17 Bibl. Mont. 17-6

<36603675640018

<36603675640018

Bayer. Staatsbibliothek

Geſchichte
der
Phyſik
ſeit der Wiederherſtellung der Künſte und Wiſſenſchaften
bis auf die neueſten Zeiten

von

Johann Carl Fiſcher,
der Philoſophie Prof. zu Jena und verſchied. gelehrten Geſellſchaften
Ehrenmitgliede.

Sechster Band.

Mit ſechs Kupfertafeln.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1805.

Geſchichte
der
Künſte und Wiſſenſchaften
ſeit der Wiederherſtellung derſelben bis an das Ende des achtzehnten Jahrhunderts.

Von
einer Geſellſchaft gelehrter Männer
ausgearbeitet.

Achte Abtheilung.
Geſchichte der Naturwiſſenſchaften.
I. Geſchichte der Naturlehre

von
Johann Carl Fiſcher.

Sechster Band.

Göttingen,
bey Johann Friedrich Röwer.
1805.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Dritte Epoche.

Geſchichte der Phyſik ſeit Prieſtley's Entdekkungen der verſchiedenen Gasarten bis auf die neueſten Zeiten.

Bisher hatten zwar alle Theile der Phyſik außerordentliche Fortſchritte gemacht, wie die erzählte Geſchichte zur Genüge beweißt; allein die eigentlichen Phyſiker, welche alle dieſe Fächer bearbeitet hatten, hatten ſich zu wenig mit der Chemie beſchäftigt, um mit Gewißheit einzuſehen, daß in der Natur eine beträchtliche Menge der wichtigſten Naturbegebenheiten durch chemiſche Prozeſſe erfolgt, und daß beſonders unſere Atmoſphäre eine wahre chemiſche Werkſtätte im Großen ausmacht, desjenigen, was in unſerer Erde geſchieht, nicht zu gedenken. Es war daher eine wirklich ſehr große Lücke in allen damahligen Naturlehren. Prieſtley's neuere Entdeckungen in der Lehre der verſchiedenen Gasarten und ihrer Eigenſchaften machten den Mangel chemiſcher Kenntniſſe in der Phyſik ungemein fühlbar, ob ſie gleich anfänglich ganz allein der Chemie überlaſſen wurden. Noch Erxleben ſuchte dadurch auszuweichen, daß er die ganze Lehre von den Gasarten

ten ausſchloß, und der Chemie vorbehielt. Allein der Einfluß dieſer Lehre auf das Syſtem der Phyſik war zu merklich, beſonders da man auch anfieng, chemiſche Erklärungen von der Auflöſung des Waſſers in der Luft und der davon abhangenden Lufterſcheinungen zu geben, und man ſahe ſich daher genöthigt, ſie und mit ihr die nöthigen Vorkenntniſſe aus der Chemie und Mineralogie in den Umfang der eigentlichen Phyſik mit aufzunehmen. Diejenigen, welche hiezu den erſten Schritt thaten, waren die beyden noch jeʒt allgemein geliebten deutſchen Gelehrten, Karſten [a]) und Lichtenberg [b]). Der Erſtere verfiel aber hiebey auf den Plan, die mathematiſchen Lehren der Phyſik zu entreißen, nicht bloß ihrer Weitläuftigkeit halber, ſondern vorzüglich aus dem Grunde, weil ſich die eigentliche Phyſik nicht mit Quantitäten, ſondern mit Qualitäten beſchäftige, und weil es ſelbſt ganz wider die Methode ſey, einerley Lehren zugleich zur angewandten Mathematik und zur Phyſik zu rechnen, und in zweyerley Vorleſungen eben daſſelbe unter verſchiedenen Namen zu lehren. Allein Karſten ſelbſt hat dieſen Plan in den erſten acht Abſchnitten ſeiner Anleitung nicht befolgt, indem er darin vieles vorgetragen hat, was hiernach ganz hätte wegbleiben ſollen.

Dagegen hat Hr. Scheibel auf Veranlaſſung einer von der fürſtl. jablonowskiſchen Societät der Wiſſenſchaften zu Leipzig aufgegebenen Preisfrage [c]) behaup-

a) Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1783. 8.

b) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben. Dritte Ausgabe. Göttingen 1784. 8.

c) Super quaeſtionibus de philoſophiae naturalis ambitu, limi-

hauptet, daß die mathematiſche Betrachtung von der Kenntniß der allgemeinen Eigenſchaften und Veränderungen der Körper unzertrennlich ſey, und in der Phyſik beybehalten werden müſſe, wenn der Unterricht in ſelbiger nicht zu einem Spielwerke mit Verſuchen herabſinken ſolle. Eine beſondere angewandte Mathematik gebe es gar nicht; was man ſo nenne, ſey daher entſtanden, weil es bequem ſey, die Auflöſung arithmetiſcher und geometriſcher Probleme, welche bey den phyſikaliſchen Unterſuchungen vorkommen, von den letztern zu trennen, wie z. B. die Betrachtung des Weges geworfener Körper, die Höhenmeſſung mit dem Barometer u. d. gl. Was die Chemie betrifft, ſo rechnet er zwar die von der Natur ſelbſt bewirkten Auflöſungen und Zuſammenſetzungen zur Phyſik; die künſtlichen aber will er gänzlich davon getrennt, und nur ihre Folgen, als Lehrſätze, in die beſondere Phyſik aufgenommen wiſſen. Karſten hat noch kurz vor ſeinem Tode in einem eignen Aufſatze [d]) die Ausſchließung der Mathematik aus der Phyſik vollſtändig aus einander zu ſetzen, und zu rechtfertigen geſucht. Allein ſo viele Gründe er auch für ſeine Meynung beygebracht hat, ſo iſt doch die Ausſchließung der Mathematik von der Phyſik keinesweges zuzulaſſen. Denn beynahe alle Verſuche und Beobachtungen erfordern mathematiſche Beſtimmungen, und die aus ſelbigen abgeleiteten Geſetze können ohne Mathematik gar nicht vollſtändig und

limitibus et ſyſtemate; in Actis ſocietatis Jablonovianae. T. VI. p. 183 ſqq.

d) Vom eigentlichen Gebiet der Naturlehre, in ſeinen phyſiſch-chemiſchen Abhandlungen. Heft I. Halle 1786. 8.

und beſtimmt dargeſtellt werden. Die Naturgeſetze beruhen aber bloß auf den Kräften der natürlichen Körper, nämlich, wie auch ſelbſt die Atomiſtiker annehmen müſſen, auf Anziehung und Zurückſtoßung; daher müſſen ſie alle mittelſt der Conſtruktion der Begriffe hergeleitet, d. h. mathematiſch beſtimmt werden. Der unſterbliche Kant [c]) beweißt ſogar, daß in jeder beſondern Naturlehre nur ſo viel eigentliche Wiſſenſchaft angetroffen werden kann, als darin Mathematik anzutreffen iſt. Denn die eigentliche Phyſik erfordert einen reinen Theil, welcher dem empiriſchen zum Grunde liegt, und einen angewandten, welcher bloß auf Erkenntniß der Naturdinge a priori beruht. Nun, ſagt Kant, etwas a priori erkennen, heißt, es aus ſeiner Möglichkeit erkennen. Die Möglichkeit beſtimmter Naturdinge kann aber nicht aus ihren bloßen Begriffen erkannt werden; denn aus dieſen kann zwar die Möglichkeit des Gedankens (daß er ſich ſelbſt nicht widerſpreche), aber nicht des Objekts, als Naturdinges, erkannt werden, welches außer dem Gedanken (als exiſtirend) gegeben werden kann. Alſo wird, um die Möglichkeit beſtimmter Naturdinge, mithin um dieſe a priori zu erkennen, erfordert, daß die dem Begriffe correſpondirende Anſchauung a priori gegeben werde, d. h. daß der Begriff conſtruirt werde. Nun iſt die Vernunfterkenntniß durch Conſtruktion der Begriffe mathematiſch. Alſo mag es wohl eine reine Philoſophie der Natur überhaupt, d. i. diejenige, die nur das, was den Begriff einer Natur im allgemeinen ausmacht, unterſucht, auch ohne Mathematik möglich ſeyn, aber reine Naturlehre über beſtimm-

te

c) Methaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Riga 1787. 8. Vorrede. IX.

te Naturdinge iſt nur vermittelſt der Mathematik möglich, und da in jeder Naturlehre nur ſo viel eigentliche Wiſſenſchaft angetroffen wird, als ſich darin Erkenntniß a priori befindet, ſo wird auch die Naturlehre nur ſo viel eigene Wiſſenſchaft enthalten, als Mathematik in ihr angewendet werden kann. Dahin gehören aber die allgemeinſten Eigenſchaften der Körper, als z. B. der Bewegung, Undurchdringlichkeit, Schwere u. d. gl. Daraus folgt alſo unläugbar, daß in jeder Phyſik nothwendig Mathematik angewandt werden müſſe.

Ueberhaupt hat Kant das bisher allgemein beliebte atomiſtiſche Syſtem mit einer ihm eigenen Gründlichkeit angegriffen, und zu zeigen geſucht, daß das dynamiſche Syſtem mit dem allgemeinern Begriffe der Materie beſſer als das atomiſtiſche zuſammenſtimme, und daß es daher nützlich ſey, die Naturphiloſophie, ſo weit als es immer möglich iſt, auf die Erforſchung der dynamiſchen Erklärungsgründe zu leiten, weil dieſe allein beſtimmte Geſetze, mithin wahren Vernunftzuſammenhang der Erklärungen hoffen ließen.

Was aber die Grenzlinie deſſen betrift, was ein ächt ſyſtematiſches Lehrbuch der Naturlehre enthalten müſſe, ſo ſcheint dieſe bis jetzt noch nicht gehörig beſtimmt zu ſeyn. Nach eines Recenſenten über Grens Grundriß der Naturlehre, 4te Auflage [f]), Ueberzeugung iſt Phyſik die Lehre von den allgemeinen Eigenſchaften der Materie als Raumerfül-

f) Tromsdorf's allgemeine chemiſche Bibliothek des 19ten Jahrhunderts. B. I. St. 2. Erfurt. 1802. S. 131. f.

füllenden, ohne auf die Verſchiedenheit der Materie unter einander zu ſehen. Sie habe alſo einzig und allein mit den Erſcheinungen des äußern veränderten Raums zu thun, ohne ſich um die innere Raumsveränderung zu bekümmern. Dieſemnach würde ſie aus zwey Hauptttheilen beſtehen müſſen, allgemeine reine und allgemeine angewandte Naturlehre. Jener enthält Phoronomie, Dynamik, Mechanik und Phänomenologie im Kantiſchen Sinne, und dieſer Gravitation im Allgemeinen, nebſt Aſtronomie und mathematiſcher und phyſiſcher Geographie, und insbeſondere Lehrſätze von ſtarren, flüſſigen, gasförmigen und feurigen Materien überhaupt, und anhangsweiſe von der geradlinichten Verbreitung und der Flächenverbreitung der letzten im Magnetism und in der Elektricität, jedoch ohne ausführliche Darſtellung der letztern, in ſo fern chemiſche Grundſätze dazu erforderlich ſeyn möchten.

Es fehle überhaupt unſern Lehrbüchern an einem ſichern ſyſtematiſchen Gange, und nirgends bemerke man das Schwanken, welches durch eine unbeſtimmte Idee der Wiſſenſchaft veranlaßt ſey, mehr, als bey unſern phyſikaliſchen Lehrgebäuden.

Ein ſolches Lehrgebäude, wie es ſich Recenſ. gedenke, müßte durchaus nur die Anwendung mathematiſcher Lehrſätze auf gewiſſe Bedingungen enthalten, und keinesweges chemiſche oder gar phyſiologiſche einmiſchen. Phyſik gehe auf die ganze Natur. Miſchungskunde ſey vorzüglich nur in Hinſicht der unorganiſchen, ſo wie Phyſiologie bey der organiſchen anwendbar. Sollte man auch je dahin kommen, das Band zwiſchen jenen Diſciplinen aufzufinden, ſo ſey er doch der Meynung, daß kein anderer Weg dazu

ſich

ſich zeige, als die pünktliche Trennung deſſen, was der reinen Wiſſenſchaft angehöre, von dem, was Eigenthum der andern ſey, und die ſchulgerechte Aufſtellung einer jeden. Nur dadurch könne dem Metaphyſiker in die Hände gearbeitet werden, nur dieſes, die möglichſt vollſtändige, ſchon geordnete Darſtellung der Materialien, könne dienen, die allgemeine Einheit aufzuſuchen, welche ſie alle an einander kette, und gerade dieſes ſey der große Vorzug der Syſteme, gerade das, weswegen ſie hohen Werth hätten, und nicht bloß als Hülfsmittel des Gedächtniſſes, wie manche irrig wähnten, gleichſam als Fachwerke, wodurch man, auch im Dunkeln, geleitet werde, das zu ertappen, was man aus der großen Menge ſeiner Erfahrungen etwa auffinden wolle. Der letztere Zweck könne ſogar nur dann erſt erreicht werden, wenn das Syſtem ſo eingerichtet ſey, daß es zur Erreichung des erſtern die Hand biete.

Hieraus ſehe man die Tendenz ſeiner Meynung: die Verbindung aller Zweige der Naturkunde mit einander und beſonders die Anknüpfung derſelben an Naturwiſſenſchaft; aber man ſolle nicht glauben, daß er der Meynung derjenigen ſey, welche alles auf etwas a priori reduciren wollten, und ihr eigenes Daſeyn, wie das Daſeyn aller Dinge, conſtruirten. Er ſey vielmehr des Glaubens, daß unſer Ich zu den Erkenntniſſen zwar die Form hergebe, wornach ſie erlangt und geordnet ſeyn müßten, um für uns Erkenntniſſe zu ſeyn, daß aber, wenn ſie Realität haben ſollten, noch etwas hinzukommen müßte: Erfahrung, welche die von uns zu erkennenden Gegenſtände geben. Gäbe es keine Erfahrung, ſo wäre alles vermeintliche Erkennen ein bloßes Spiel mit unſern

Vorſtellungen und Einbildungen, und Philoſophie, Mathematik und Naturkunde wären nur beſondere Zweige der Phyſiologie.

Wenn nun gleich die Grenzlinie der eigentlichen Phyſik mit den übrigen damit ſchweſterlich verbundenen Wiſſenſchaften noch nicht ſcharf gezogen worden iſt, ſo wird doch die Folge der Geſchichte der Phyſik beweiſen, mit welchen Rieſenſchritten dieſelbe in dieſem Zeitraume fortgegangen iſt, und wie viel noch in der Folge erwartet werden kann, beſonders da der Eifer für die Wiſſenſchaften überhaupt in ganz Europa durch die weiſe Regierung des unvergeßlich großen Alexanders ganz neue Triebfedern zu erhalten ſcheint.

Erſter Abſchnitt.

Geſchichte in Rückſicht der allgemeinen Phyſik.

Die Vorſtellung, welche ſich der P. Boſcowich von dem materiellen Stoffe überhaupt gemacht hat, und die bereits im 4ten Theile S. 12. ff. angeführt worden, erwähnt auch Prieſtley in ſeiner Geſchichte der Optik. Er erzählt zugleich, daß ſein Freund Mitchell dieſen Gedanken in ſeinen jüngern Jahren gehabt habe. Prieſtley ſelbſt hat dieſe Idee in einem eigenen Werke[g]) weiter auszuführen geſucht. Er behauptet nämlich, daß die Materie aus nichts

g) Diſquiſitions relating to Matter and ſpirit. Lond. 1778. 8.

nichts weiter beſtehe, als aus Zurückſtoßungen und Anziehungen, welche ſich auf gewiſſe mathematiſche Punkte im Raume beziehen. Dieſe Theorie wendet er auf eine eigene Art zur Vertheidigung des Materialismus an, indem er dafür hält, es laſſe ſich die Seele ganz wohl aus einer veredelten Materie erklären, welche bloß aus Kräften beſtehe, und alſo auch wohl die Kraft zu denken und zu empfinden haben könne. Seine Behauptungen gehen zuletzt ſo weit, daß er der geiſtigen Subſtanz alle Einheit und Untheilbarkeit abſpricht.

Herr de Lüc [h]) hat Prieſtley's Behauptungen umſtändlich zu widerlegen geſucht. Er hat ſich zu zeigen bemüht, daß Kraft, welche bloß auf *einen* mathematiſchen Punkt im Raume Bezug hat, Wirkſamkeit ohne Subſtanz, ein leerer Ausdruck ſey; daß Anziehungs- und Zurückſtoßungskraft nichts weiter als Anziehen und Abſtoßen, keinesweges aber Selbſtgefühl, Denken und Empfinden, erkläre; daß Elemente eines ſich ſelbſt fühlenden Ganzen ebenfalls Selbſtgefühl beſitzen müſſen, welches allen Begriff von Elementen aufhebe, indem nur ein einziges Element das ganze Phänomen erkläre; daß endlich die Wirkungskreiſe, welchen doch Prieſtley eine Ausdehnung geben müſſe, einander verdrängen müßten, wodurch der eine Wirkungskreis ſeine ihm ertheilte Bewegung fortzuſetzen genöthigt ſey, daß man zuletzt alſo immer wieder auf Materie kommen müſſe, welche träg und undurchdringlich wäre. Herr de Lüc ſelbſt iſt ein

h) Phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen mit Abkürz. a. d. Franz. überſ. Th. I. S. 88.

ein eifriger Anhänger der atomiſtiſchen Phyſik, und ſucht die Schwierigkeit des Dualismus mit wenigen ſo zu heben, daß er annimmt, es gebe nicht nur Subſtanzen, ſondern auch Eigenſchaften der Materie, welche nicht in unſere Sinne fallen, dieſe Eigenſchaften und ihre Wirkungen wahrzunehmen.

Eine andere Vorſtellung von dem Weſen der Materie macht ſich D. Peart[i]). Er ſucht die ganze Natur aus Materie und dem Anziehen beym Berühren zu erklären, und nimmt zu dieſer Abſicht zweyerley Arten von Materie an, eine fixe und eine thätige. Bey der fixen Materie findet bloß Anziehen und Undurchdringlichkeit ſtatt; ſie zieht nämlich die Theile der thätigen Materie an. Dieſe thätige Materie hat die beſondere Eigenſchaft, ſich in geraden Strahlen zu verbreiten, welche von der fixen Materie, wie von einem Mittelpunkte, ausgehen, und um dieſe Atmoſphären bilden. Die thätige Materie iſt wieder von doppelter Art, wovon Peart die eine den Aether, und die andere das Phlogiſton nennt. Dieſe beyden Arten ziehen ſich unter einander ſehr ſtark an, wenn ſie in gleichem Grade thätig ſind. Ein fixes Theilchen, mit einer Atmoſphäre von Aether umgeben, bildet erdigten, und ein Theil mit einer Atmoſphäre von Phlogiſton ſäureerzeugenden Stoff. Atmoſphären von gleichartigen Theilen drucken auf einander, hingegen ungleichartige ziehen ſich an, und verurſachen dadurch, daß ihre Mittelpunkte in Berührung kommen. Durch die Anziehung der beyden Arten

i) On the elementary principles of nature and the ſimple laws, by which they are governed. Gainsborough 1789. 8. E. Pearts Verſuch über die Urſtoffe der Natur und ihrer Geſetze a. d. Engl. von D. Kühn. Leipz. 1791. 8.

Arten von thätiger Materie geſchieht es, daß die phlogiſtiſchen Atmoſphären die ätheriſchen, und dieſe jene umgeben. Wenn nun dergleichen zuſammengeſetzte Atmoſphären von verſchiedener Art ſich berühren, ſo vereinigen ſich die äußern Atmoſphären ſo weit, daß die innern ſich berühren und ſättigen, da alsdenn aus der Berührung der fixen Mittelpunkte ein feſter Körper entſteht. Die äußern Atmoſphären, welche nun von den geſättigten innern nicht mehr angezogen werden, bilden freye Flüſſigkeit, wie das Licht und das Feuer.

Bey einer größern Menge fixer Theilchen iſt auch eine größere Menge thätiger Theilchen wirkſam, mithin auch die Anziehung ſtärker. Daraus entſpringt die Gravitation, durch welche jede materielle Maſſe mit allen andern verbunden wird.

Aus dieſen Vorausſetzungen erklärt nun Peart die vornehmſten Geſetze der Schwere, der chemiſchen Verwandtſchaften, der Elektricität u. ſ. f. Das ganze Syſtem iſt eine ſehr ins Allgemeine getriebene Vorſtellungsart, in welche der Begriff von zwey entgegengeſetzten Stoffen gleich vom Anfange hineingetragen wird; daher ſich denn alle Naturgeſetze, welche ſich auf einen ſolchen Dualismus beziehen, unter den nöthigen Vorausſetzungen wieder daraus herleiten laſſen. Eine ſolche Vorſtellung von der Natur bleibt aber idealiſch, und iſt daher tavtologiſch.

Noch ein neueres Syſtem der Naturerſcheinungen hat Lamark[k]) aufgeſtellt, welches kürzlich in fol-

k) Mémoires de phyſique et d'hiſtoire naturelle etc. à Paris an. V. 1797. in Voigt's Magazin. B. I. St. 4. S. 59. ff.

folgendem beſteht. Er geht von dem Satze aus, daß alle Körper aus gewiſſen einfachen Stoffen zuſammengeſetzt ſeyen. Zu dieſen rechnet er eine verglasbare Erde, Waſſer, Luft, Feuer und Licht. Werden dieſe in gewiſſen Verhältniſſen mit einander verbunden, ſo entſtehen daraus die weſentlichen Beſtandtheile aller größern Materien und Körper. Die einfachen Stoffe haben aber keine ihnen eigenthümliche Kraft, ſich mit einander zu vereinigen, auch keine Verwandtſchaft gegen einander, ſondern vielmehr ein beſtändiges Beſtreben, ſich aus allen Verbindungen zu ſetzen, in welche ſie gegenſeitig durch irgend eine, aber von ihnen ganz unabhängige Kraft, verſetzt worden ſind. Jene einfachen Stoffe ſuchen demnach ſich beſtändig aller Feſſeln zu entledigen, wodurch ihre Natur abgeändert, und ihre Einfachheit aufgehoben worden iſt. Nur die aus den einfachen Stoffen durch gewaltſame Verbindungen entſtandenen weſentlichen Beſtandtheile haben ein Beſtreben, zuſammenzuhängen und in einen Aggregatzuſtand überzugehen, und die Ungleichheit der in der Natur vorkommenden Körper beruht bloß auf dieſen weſentlichen Beſtandtheilen. So lange dieſe ungeändert bleiben, ſo lange ändert ſich auch die Natur eines Körpers nicht, ſie bleibt beym Zerſchneiden, Zerſtoßen und jeder andern mechaniſchen Wirkung auf ihn immer noch die vorige. Obgleich die weſentlichen Beſtandtheile aus den einfachen Stoffen gebildet ſind, ſo kann man doch nun nicht mehr ſagen, daß die einfachen Stoffe, als ſolche, noch in den weſentlichen Beſtandtheilen enthalten wären, indem ſie durch dieſe Zuſammenſetzung ihre ganze Freyheit und ihre vorige Natur ſo verloren haben, daß man vielmehr jeden weſentlichen Beſtandtheil jetzt ſelbſt als ein vollkommen gleichartiges

Maſſe-

Maſſetheilchen anſehen muß. Auch heißt ein Körper gleichartig, wenn er aus einerley weſentlichen Beſtandtheilchen, und ungleichartig, wenn er durch Aggregation aus verſchiedenen zuſammengeſetzt iſt. Die große Verſchiedenheit der Naturkörper läßt ſich aus den unzähligen Verhältniſſen begreifen, nach welchen die eben erwähnten fünf einfachen Stoffe mit einander verbunden werden können. Harte Beſtandtheile und aus ihnen beſtehende harte Körper hat die Erde; weiche hingegen das Waſſer im vorzüglichen Maaße in ihrer Miſchung. Das Feuer iſt im natürlichen, loſen Zuſtande eine durch den ganzen Weltraum verbreitete urſprüngliche, für ſich nicht warme, ſondern vielmehr abſolut kalte, höchſt feine und elaſtiſche Flüſſigkeit. In dieſem ganz freyen Zuſtande heißt dieſe *Flüſſigkeit* ätheriſches Feuer. Dieſes ätheriſche Feuer iſt die eigentliche Urſache des Schalles, oder vielmehr ſeiner Fortpflanzung, und höchſt wahrſcheinlich auch der elektriſchen und magnetiſchen Erſcheinungen. Im zuſammengeſetzten Zuſtande erhält es eine Art von Grobheit in den Körpern, und verliert durch die mannichfaltige Verbindung ſeine urſprünglichen Eigenſchaften. Es wird nunmehr zum fixirten Feuer, wo ſich wieder zwey Arten unterſcheiden laſſen, Kohlenfeuer und ſäuerndes Feuer. Unter jener Benennung wird dasjenige fixirte Feuer verſtanden, welches einen Beſtandtheil derjenigen Körper ausmacht, deren Grundſtoffe ſo innig combinirt ſind, daß ſie ſich gleichſam in einem Zuſtande von Sättigung befinden. Das Kohlenfeuer iſt das Radikal aller verbrennlichen Körper, und wird beym Verbrennen als hitzendes Feuer abgeſchieden. Es rühren auch vom Kohlenfeuer alle Erſcheinungen der Farben her. Das ſäurende Feuer macht einen Beſtandtheil aller Körper aus, deren

Stoffe

Stoffe nur unvollkommen in ihrer Zuſammenſetzung geſättigt ſind. Es iſt das Radikal aller ſalzigen Stoffe, aller Säuren, aller Körper, welche Geſchmack und Geruch haben. Das hitzende Feuer (feu calorique) befindet ſich nur in einem vorübergehenden Zuſtande von Expanſion, und beſitzt nur ſo lange die wärmende Eigenſchaft, bis es ſich wieder zum ätheriſchen Feuer ausgedehnt hat. Wenn nun die Expanſivkraft des wärmenden Feuers noch am größten iſt, ſo wirkt es am heftigſten auf die Lichtmaterie, und es entſteht dann weißes Licht; violettes hingegen, wenn es ſchon wieder beynahe zum ätheriſchen Zuſtande zurückgekehrt iſt.

Die unorganiſchen Körper haben ihren Urſprung ſämmtlich von organiſirten Weſen, und ſind als Abfälle von dieſen anzuſehen, in welchen ehemals eine organiſche Bewegung, oder eine gewiſſe Lebenskraft thätig war; denn nur allein eine ſolche organiſche Bewegung kann die freyen einfachen Stoffe dahin bringen, daß ſie ſich in weſentliche Beſtandtheile vereinigen, woraus ſich nachher die unorganiſchen Körper zuſammenhäufen u. ſ. w.

Man ſieht leicht, daß alle bisher angeführte Hypotheſen bloß auf willkührlichen Sätzen beruhen, und es unausgemacht bleibt, durch welche Kräfte die Materie in Thätigkeit verſetzt werde, ein Umſtand, auf den ſich doch zuletzt alle Naturerſcheinungen ſtützen müſſen. Selbſt die atomiſtiſche Phyſik, welche ſo viele Jahrhunderte vertheidigt worden iſt, und noch jetzt von dem größten Theile der Naturforſcher geliebt wird, muß ſtillſchweigend Kräfte annehmen, ob ſie ſich gleich gegen Unterſuchungen dieſer Art aufs feyerlichſte verwahrt. Die Phyſik erfordert alſo noth-

wen-

wendig einen reinen Theil, der vor aller Erfahrung vorausgehen muß, obgleich in ſelbigem der empiriſche Begriff von Materie überhaupt zum Grunde gelegt werden muß. Dieſen wichtigen Theil hat ſchon der unſterbliche Kant vor einigen zwanzig Jahren mit vieler Würde behandelt, und erſt vor wenigen Jahren haben einige Phyſiker Kant's Bemühungen gehörige Aufmerkſamkeit geſchenkt.

Kant behauptet ganz richtig, daß in jeder beſondern Naturlehre nur ſo viel eigentliche Wiſſenſchaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen iſt. Damit nun aber die Anwendung der Mathematik auf die Körperlehre möglich werde, ſo müſſen, ſagt Kant, Principien der Conſtruction der Begriffe, welche zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, vorangeſchickt werden; mithin wird eine vollſtändige Zergliederung des Begriffs von einer Materie überhaupt zum Grunde gelegt werden müſſen, welches ein Geſchäfft der reinen Philoſophie iſt, die zu dieſer Abſicht ſich keiner beſondern Erfahrungen, ſondern nur deſſen, was ſich im abgeſonderten (ob zwar an ſich empiriſchen) Begriffe ſelbſt antrifft, in Beziehung auf die reinen Anſchauungen im Raume und der Zeit (nach Geſetzen, welche ſchon dem Begriffe der Natur überhaupt weſentlich anhängen) bedient, mithin eine wirkliche Metaphyſik der körperlichen Natur iſt. Er bemerkt, daß alle Naturphiloſophen, welche in ihrem Geſchäfft mathematiſch verfahren wollten, ſich daher jederzeit (obſchon ſich ſelbſt unbewußt) metaphyſiſcher Principien bedient haben, wenn ſie ſich gleich ſonſt wider allen Anſpruch der Metaphyſik feyerlich verwahrten. Alle wahre Metaphyſik iſt aus dem Weſen des Denkungs-

ver-

vermögens ſelbſt genommen, und keinesweges darum erdichtet, weil ſie nicht von der Erfahrung entlehnt iſt, ſondern ſie enthält die reinen Handlungen des Denkens, mithin Begriffe und Grundſätze a priori, welche das Mannichfaltige empiriſcher Vorſtellungen allererſt in die geſetzmäßige Verbindung bringt, dadurch es empiriſche Erkenntniß, d. i. Erfahrung, werden kann. So konnten alſo jene mathematiſchen Phyſiker metaphyſiſcher Principien gar nicht entbehren, und unter dieſen auch nicht ſolcher, welche den Begriff ihres eigentlichen Gegenſtandes, nämlich der Materie, a priori zur Anwendung auf äußerliche Erfahrung tauglich machen, z. B. des Begriffs der Bewegung, der Erfüllung des Raums, der Trägheit u. ſ. f. Darüber aber bloß empiriſche Grundſätze gelten zu laſſen, hielten ſie mit Recht der apodiktiſchen Gewißheit, die ſie ihren Naturgeſetzen geben wollten, gar nicht gemäß, daher ſie ſolche lieber poſtulirten, ohne nach ihren Quellen a priori zu forſchen.

Kant hielt es daher zum Vortheil der Wiſſenſchaften mit Recht für wichtig, ungleichartige Principien von einander zu ſcheiden und jede in ein beſonderes Syſtem zu bringen, damit ſie eine Wiſſenſchaft ihrer eigenen Art ausmachen, um dadurch die Ungewißheit zu verhüten, die aus der Vermengung entſpringt, da man nicht wohl unterſcheiden kann, welcher von beyden theils die Schranken, theils auch die Verirrungen, die ſich im Gebrauche derſelben zutragen möchten, beyzumeſſen ſeyn dürften. Um deswillen hat er es für nöthig gehalten, von dem reinen Theile der Naturwiſſenſchaft (phyſica generalis), wo metaphyſiſche und mathematiſche Conſtructionen durch einander zu laufen pflegen, die erſtere, und mit

ihnen

ihnen zugleich die Principien der Conſtruction dieſer Begriffe, alſo der Möglichkeit einer mathematiſchen Naturlehre ſelbſt, in einem Syſteme darzuſtellen.

Zur Vollſtändigkeit dieſes Syſtems diente ihm die Tafel der Categorieen, indem es nicht mehr reine Verſtandesbegriffe geben kann, welche die Natur der Dinge angehen. Unter die vier Claſſen derſelben, die der Größe, der Qualität, der Relation und endlich der Modalität, müſſen ſich alle Beſtimmungen des allgemeinen Begriffs einer Materie überhaupt, mithin auch alles, was von ihr a priori gedacht, was in der mathematiſchen Conſtruction dargeſtellt, oder in der Erfahrung, als beſtimmter Gegenſtand derſelben, gegeben werden mag, bringen laſſen. Kant mußte daher den Begriff der Materie durch alle vier Funktionen der Verſtandesbegriffe durchführen, und bey jeder eine neue Beſtimmung hinzuſetzen. Die Grundbeſtimmung eines Etwas, das ein Gegenſtand äußerer Sinne ſeyn ſoll, mußte Bewegung ſeyn; denn dadurch allein können die Sinne afficirt werden. Auf dieſe führt auch der Verſtand alle übrige Prädikate der Materie, die zu ihrer Natur gehören, zurück, und ſo iſt die Naturwiſſenſchaft durchgängig eine entweder reine oder angewandte Bewegungslehre. Daher bringt er die metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft unter vier Hauptſtücke, deren erſtes die Bewegung, als ein reines Quantum, nach ſeiner Zuſammenſetzung, ohne alle Qualität des Beweglichen, betrachtet, und Phoronomie genannt werden kann, das zweyte ſie als Qualität, der Materie gehörig, unter dem Namen einer urſprünglich bewegenden Kraft, in Erwägung zieht, und daher Dynamik heißt, das dritte die Materie mit der Qua-

lität durch ihre eigene Bewegung gegen einander in Relation betrachtet, und unter dem Nahmen Mechanik vorkommt, das vierte aber ihre Bewegung oder Ruhe bloß in Beziehung auf die Vorſtellungsart, oder Modalität, mithin als Erſcheinung äußerer Sinne, beſtimmt, und Phänomenologie genannt wird.

Da ſich alle Naturerſcheinungen zuletzt auf irgend ein Naturſyſtem ſtützen müſſen, ſo iſt es gewiß der Mühe werth, vorzüglich die beyden Syſteme, das mechaniſch-atomiſtiſche und das von Kant aufgeſtellte dynamiſche, und ihre Gründe hiſtoriſch näher kennen zu lernen.

Der vornehmſte, welcher das mechaniſch-atomiſtiſche Syſtem in den neuern Zeiten empor zu bringen ſuchte, iſt le Sage in Genf. Die Kenntniß ſeiner Theorie kann man theils von ihm ſelbſt [l]), theils von ſeinen Schülern [m]) erhalten. Die Grundlage derſelben ſind Poſtulate.

Das erſte Poſtulat beſteht in einer Menge erſter Körperchen in einem gewiſſen Raume vertheilt, welche in Anſehung der Materie gleichartig, aber ſo klein ſind, daß ſie, wenn ſie ſich berühren, keinen merklichen Unterſchied unter einander zeigen. Ein jedes derſelben zieht die Körperchen ſeiner Art weniger, als die der andern Art an. Dieſe Körperchen (Atome)

l) Lucrece Newtonien in Nouv. mém. de l'Acad. de Berlin an. 1782. à Berlin 1784. p. 404. auch der ſchon 1758. zu Rouen gekrönten Preisſchrift: Eſſay de chymie mecanique. 4.

m) *Prevoſt* de l'origine des forces magnétiques. à Geneve 1788. P.I. ch.2. überſetzt: Halle 1794. 8. *l'Huilier* expoſition élementaire des principes des calculs ſuperieurs. à Berlin 1786. 4. p. 187..

me) zu theilen, iſt keine, ſelbſt unendliche Kraft, vermögend. Es geht alſo hiernach die Theilung der Körper nicht bis ins unendliche, ſondern ſie hört bey den Atomen auf. Was die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie betrifft, ſo ſucht die mechaniſch-atomiſtiſche Phyſik dieſelbe aus den verſchiedenen Geſtalten der erſten Körperchen und deren Verhältniſſe zur eingeſtreueten Leere zu erklären. Daher iſt die Materie als ſolche abſolut undurchdringlich, und die verſchiedene Dichtigkeit der Körper hängt bloß von der Verſchiedenheit des eingeſtreueten leeren Raums ab.

Das zweyte Poſtulat der mechaniſchen Phyſik iſt: die Atomen bewegen ſich in einer geraden unveränderten Linie, aber nach den verſchiedenſten Richtungen; die Bewegung derſelben iſt ſo gleich ſchnell, daß man jeden Punkt des Raums für einen Augenblick wenigſtens als Mittelpunkt annehmen kann. Alle mögliche Bewegungen leitet ſie entweder vom Stoße oder Drucke irgend einer Materie ab.

Das dritte Poſtulat der mechaniſchen Phyſik endlich iſt, daß ſie in irgend einem Punkte des Raums, worin die Atomen ſich bewegen, einen ſphäriſchen Körper annimmt, welcher viel größer iſt, als die Grundkörperchen.

Wenn dieſe Poſtulate zugegeben werden, ſo iſt es gar keinem Zweifel unterworfen, daß die mechaniſch-atomiſtiſche Phyſik den ausgezeichneten Vortheil hat, alles anſchaulich zu machen, was die dynamiſche Phyſik nie in der Anſchauung darzuſtellen vermag. Dieß iſt auch der Grund, warum ſich die mechaniſche Phyſik ſo lange im Anſehen erhalten hat, und immer noch ihre Verehrer findet. Die mechani-

ſche Phyſik kann innerhalb ihrer Grenzen ein Meiſterſtück des Scharfſinnes und der mathematiſchen Präciſion ſeyn, ſelbſt wenn ſie in ihren Principien völlig grundlos iſt.

Wie wenig haltbar aber die Vorausſetzungen der atomiſtiſchen Phyſik ſind, hat zum Theil ſchon Kant in ſeinen metaphyſiſchen Anfangsgründen der Naturwiſſenſchaft an verſchiedenen Stellen gezeigt, weitläuftiger aber Schelling n) ausgeführt. Was das erſte Poſtulat betrifft, ſo bemerkt er, daß es allerdings der Atomiſtiker auf ſich hätte, darzuthun, daß die erſten Grundkörperchen (Atome) untheilbar ſeyen. Denn die Mathematik fahre fort, auf der unendlichen Theilbarkeit des Raums zu beſtehen, und die Philoſophie, ob ſie ſich gleich nicht anmaaße, zu ſagen: die Materie (an ſich betrachtet) beſtehe aus unendlich vielen Theilen, höre deßwegen nicht auf, eine unendliche Theilbarkeit d. i. die Unmöglichkeit einer je vollendeten Theilung zu behaupten. Wenn alſo die mechaniſche Phyſik erſte oder letzte Körperchen vorausſetze, ſo könne ſie den Grund für dieſe Vorausſetzung nicht aus der Mathematik oder aus der Philoſophie hernehmen. Der Grund könne alſo nur ein phyſiſcher ſeyn, d. h. ſie müſſe (wenn nicht beweiſen, doch) behaupten, es ſeyen Körperchen, welche weiter zu theilen phyſiſch unmöglich iſt. Allein nachdem man vorher den Gegenſtand aller möglichen Erfahrung entzogen habe, wie dieß der Fall ſey, wenn man phyſiſch untheilbare Körperchen behaupte, habe man auch weiter kein Recht, ſich auf Erfahrung, d. h. auf einen phyſiſchen Grund, (wie hier auf die phyſiſche

n) Ideen zu einer Philoſophie der Natur. Kap. III. S. 114. u. f.

ſiſche Unmöglichkeit) zu berufen. Alſo ſey jene Annahme eine völlig willkührliche Annahme d. h. man bilde ſich ein, es ſey möglich, in der Theilung der Materie auf Körperchen zu ſtoßen, welche ferner zu theilen, der Natur dieſer Körperchen nach, unmöglich ſey. Es gebe aber keine phyſiſche Unmöglichkeit, die als ſolche abſolut wäre. Jede phyſiſche Unmöglichkeit ſey relativ d. h. nur in Beziehung auf gewiſſe Kräfte oder Urſachen in der Natur gültig, es ſey denn, daß man zu verborgenen Qualitäten ſeine Zuflucht nehme. Alſo behaupte man mit der phyſiſchen Untheilbarkeit jener Körperchen nur ſo viel: es ſey in der Natur keine (bewegende) Kraft vorhanden, die den Zuſammenhang jener Körperchen unter ſich überwältigen könnte. *Allein* für dieſe Behauptung laſſe ſich weiter kein Grund anführen, als ein aus dem Syſtem ſelbſt hergenommener, d. h. weil ohne ſie das Syſtem nicht beſtehen könnte. Alſo müſſe ſie darauf beſchränkt werden: Man könne ſich keine Naturkraft denken, der es möglich wäre, jene Körperchen zu theilen. Werde aber die Behauptung ſo ausgedruckt, ſo ſpringe ihre Unwahrheit in die Augen. Denn jeder Zuſammenhang in der Welt habe Grade, und ſobald es darauf ankomme, was man ſich denken könne, könne man keinen Grad von Zuſammenhang denken, für den man ſich nicht auch eine Kraft denken könnte, die hinreichend wäre, ihn zu überwältigen.

Vielleicht aber ſehe die mechaniſche Phyſik auf dieſe Einwürfe als auf unnütze Grübeleyen einer anmaaßlichen Metaphyſik herab, und ſuche alle weitere Unterſuchungen durch den Machtſpruch: es ſey ſo, ein für allemal abzuſchneiden. Allein dieſer Machtſpruch gelte nur, ſo lange man ſich auf dem Gebiet der Er-

fahrung befinde, wo alle Beweiſe von Möglichkeit und Unmöglichkeit eines Dinges vor ſeiner Wirklichkeit verſtummen müßten; nicht aber auch dann noch, wenn man ſich ſelbſt in ein Feld gewagt habe, wo über Möglichkeit oder Unmöglichkeit keine Belehrung der Erfahrung mehr möglich ſey, ſondern wo der Geiſt ſich völlig ſeiner Freyheit überlaſſe, nur darum bekümmert, daß nichts ſeine Freyheit beſchränke.

Man könne dem Korpuscularphiloſophen fragen, was ihn doch berechtige, überhaupt eine unendliche Theilbarkeit der Materie vorauszuſetzen, und die Auflöſung der Materie in ihre Elemente — nicht etwa nur als möglich anzunehmen, ſondern — wirklich zu verſuchen? — Die Erfahrung, daß die Materie etwas Zuſammengeſetztes ſey? Allein wenn er ſonſt keinen Grund aufzuweiſen habe, ſo müſſe er die Theilung der Materie auch nur ſo weit verfolgen, als er in der Erfahrung ein Zuſammengeſetztes vor ſich habe. Allein dieß widerſpreche ſeinem Unternehmen, die Materie in ihre Elemente aufzulöſen. Alſo müſſe er irgendwo auf einen Punkt kommen, wo nicht mehr die Erfahrung ihn weiter zu theilen nöthige, ſondern wo er ſich völlig der Freyheit ſeiner Einbildungskraft überlaſſe, die auch da noch Theile vorausſetze, wo keine mehr erkennbar ſind. Habe er aber einmal dem Geiſte völlige Freyheit gelaſſen, zu theilen, auch wo Erfahrung zu theilen nicht mehr nöthige, ſo habe er keinen Grund, dieſe Freyheit irgendwo zu beſchränken. Im menſchlichen Geiſte ſelbſt könne kein Grund liegen, irgendwo aufzuhören, alſo müßte der Grund außer ihm liegen, d. h. man müßte in der Erfahrung irgend Einmal auf Elemente ſtoß. , die der Freyheit im Theilen der Materie ſchlechthin Schranken

ken ſetzten. Allein ſo ſähen wir uns wieder in der Nothwendigkeit, eine abſolute Unmöglichkeit anzunehmen, die doch zugleich phyſiſch ſeyn ſoll, d. h. eine Unmöglichkeit, für die ſich weiter kein Grund angeben laſſe, und die doch in der Natur liege, wo alles Grund und Urſache haben müſſe — alſo eine Unmöglichkeit, die ſelbſt unmöglich ſey, weil ſie ſich widerſpreche.

Was nun die Annahme des leeren Raums betreffe, ſo ſey dieſer Etwas, das ſich in keiner Erfahrung darthun laſſe. Denn, wenn man ihn nöthig glaube, um die ungehinderte Bewegung der feſten Körper erklären zu können, ſo laſſe ſich auch eine Materie denken, deren Widerſtand gegen die Bewegung dieſer Körper (in Bezug auf eine mögliche Erfahrung) = o angenommen werden könne. Allein überhaupt laſſe das atomiſtiſche Syſtem der Einbildungskraft gleich Anfangs völlig freyes Spiel. Bey der Annahme der Atomiſtiker, daß im leeren Raume eine unendliche Anzahl ſehr kleiner, beynahe gleicher Körper faſt gleichförmig vertheilt ſey, werde man unwillkührlich fragen, wie klein ſie dann ſeyen, oder in wie weit ſie ſich gleich ſeyen? Wenigſtens ſollte man denken, daß Atomen weder ſehr klein, noch ſich beynahe gleich, ſondern abſolut gleich und abſolut klein ſeyn müßten.

In Anſehung des zweyten Poſtulats bleibe es nach dem atomiſtiſchen Syſteme völlig unerklärbar, wie Bewegung entſtehen könne, und für die Annahme eines Stoßes oder Druckes könne es weiter keinen Grund anführen. Wenn man auch annähme, daß die Atomen des ſchwermachenden Fluidums verſchiedene Formen hätten, ſo wäre es doch nicht möglich, daß bey dieſer Ungleichartigkeit Bewegung entſtehen

könne, ob man gleich nachher zugeben müſſe, daß ſcheinbare Anziehung ſtatt finden könne, wenn einmal Bewegung entſtanden ſey.

Ueberhaupt müſſe man ſich wundern, daß, wenn es möglich ſey, mit den drey Poſtulaten auszureichen, irgend jemand die undankbare Mühe auf ſich nehmen mochte, zu fragen, wie Materie überhaupt möglich ſey? Denn, ſollte man denken, wenn wir nur erſt feſte Körper, die noch überdieß der Maſſe nach von einander verſchieden ſind, ferner ein Fluidum, das ſich ſelbſt bewege, und die größern Körper anſtoße, vorausſetzen dürften, ſo begreife man nicht, wie ein Mann, von Newton's Geiſt, bis zu den Kräften der Materie ſelbſt zurückgehen mochte, um die Möglichkeit einer materiellen Welt zu erklären. Wirklich gehe die mechaniſche Phyſik, wenn ſie nur einmal über die drey Poſtulate hinweg ſey, ihren Weg unaufhaltſam fort.

In der mechaniſchen Phyſik ſehe man auf keine Weiſe ein, wie Mittheilung der Bewegung erfolgen könne. Denn es finde keine ſtatt ohne Wechſelwirkung der Undurchdringlichkeit d. h. ohne Druck und Gegendruck. Die mechaniſche Phyſik könne aber für die Undurchdringlichkeit der erſten Körperchen und der Materie überhaupt gar keinen Grund angeben: mithin müſſe ſie die Grundkörperchen als abſolut undurchdringlich annehmen, und relative Undurchdringlichkeit komme dem Körper nur alsdann zu, wenn ſie leere Räume enthalte. Man ſehe daher auch gar nicht ein, wie die Grundkörperchen, in ſo fern ſie abſolut undurchdringlich, mithin keiner Zuſammendrukkung fähig ſind, einem andern Körper Bewegung mittheilen könnten. Ja da die Materie nach der mechani-

chaniſchen Phyſik keine urſprünglich bewegenden Kräfte beſitze, die ihr zukämen, auch wenn ſie in Ruhe ſey, ſo müſſe man ihr Weſen in eine abſolute Trägheit ſetzen. Das ſey aber ein Begriff ohne Sinn. Einem Undinge könne aber weder etwas entzogen noch mitgetheilt werden. Die mechaniſche Phyſik ſehe ſich alſo ſelbſt in die Nothwendigkeit verſetzt, der Materie als Materie urſprüngliche zurückſtoßende und anziehende Kräfte beyzulegen, nur wolle ſie die Namen nicht haben.

Die mechaniſche Phyſik gehe von ſpekulativen Begriffen aus, welche ſich gar nicht anſchaulich darſtellen laſſen. Von den erſten Grundkörperchen u. ſ. f. ſey man immer noch berechtigt, Rechenſchaft zu verlangen. In der Natur gebe es weder etwas abſolut Undurchdringliches, noch abſolut Hartes, noch abſolut Dichtes. Denn alle Vorſtellungen von Undurchdringlichkeit, Härte und Dichtigkeit ſeyen beſtändig nur Vorſtellungen von Graden, über und unter welchen jederzeit noch größere oder kleinere bis ins Unendliche gedacht werden könnten, und folglich gebe es weder einen letzten noch einen erſten Grad. Man gelange zur Vorſtellung vom abſolut Undurchdringlichen nicht anders, als dadurch, daß man die Freyheit des Geiſtes beſchränke. Sey aber dieß einmal geſchehen, ſo glaube man auch von der Wirklichkeit dieſer Vorſtellung überzeugt zu ſeyn, welche doch auf keine Weiſe durch die Erfahrung bewieſen werden könne.

Die mechaniſche Phyſik ſetze alſo Materie und Bewegung derſelben voraus; denn die Möglichkeit von beyden ſey ſie nicht im Stande darzuthun, und gebe damit ſtillſchweigend zu, daß die Frage über die Möglichkeit der Materie und der Bewegung überhaupt

eine Frage ſey, welche einer phyſikaliſchen Beantwortung ganz unfähig ſey, und folglich in jeder Phyſik bereits als beantwortet vorausgeſetzt werden müſſe.

Kant, welcher das unſterbliche Verdienſt hat, die ganze Philoſophie aus einem weit richtigern Geſichtspunkte, als vormals, dargeſtellt zu haben, ward auch dadurch veranlaßt, dieſen wichtigen metaphyſiſchen Theil, welcher jeder Phyſik zum Grunde liegen muß, in ein vollſtändiges Syſtem zu bringen. Da Kants Anſicht, meinem Urtheile nach, unter allen, die nach ihm verſucht ſind, bey weitem die gründlichſte iſt, und ohne Zweifel in der Folge noch mehr berückſichtigt werden wird, als zur Zeit geſchehen iſt, ſo halte ich es für ſehr wichtig, ſeine Unterſuchungen mit hinreichender Kürze hier zu erzählen.

Phoronomie.

Da bey aller Materie das erſte, was in die Sinne fällt, die Beweglichkeit derſelben iſt, und in der Phoronomie von nichts, als Bewegung geredet werden ſoll, ſo kann hier Materie durch nichts weiter, als durch das Bewegliche im Raume deſinirt werden. Der Raum, in ſo fern er von der Vorſtellung der Materie unzertrennlich iſt, heißt der bewegliche oder empiriſche Raum; derjenige, in welchem zuletzt alle Bewegung gedacht werden muß, (der mithin ſelbſt ſchlechterdings unbeweglich iſt) heißt der reine, oder auch der abſolute Raum, im Gegenſatz des vorigen, den man auch den relativen nennt.

In der Phoronomie kann die Materie als ein Punkt angenommen werden, und man abſtrahirt in ſelbiger von aller innern Beſchaffenheit, mithin auch von der Größe des Beweglichen, und hat es nur mit der

Bewegung und dem, was in dieſer als Größe betrachtet werden kann, nämlich Geſchwindigkeit und Richtung zu thun.

Die Materie im metaphyſiſchen Sinne iſt ein jeder Gegenſtand äußerer Sinne, und folglich das eigentlich empiriſche der ſinnlichen und äußern Anſchauung, weil es gar nicht a priori gegeben werden kann. In aller Erfahrung aber muß etwas empfunden werden, und das iſt das Reale der ſinnlichen Anſchauung, mithin muß auch der Raum, in welchem wir über die Bewegungen Erfahrung anſtellen ſollen, empfindbar d. i. durch das, was empfunden werden kann, bezeichnet ſeyn, und dieſer, als der Inbegriff aller Gegenſtände der Erfahrung und ſelbſt *ein Objekt* derſelben, iſt der empiriſche Raum. Dieſer aber, als materiell, iſt ſelbſt beweglich. Ein beweglicher Raum aber, wenn ſeine Bewegung ſoll wahrgenommen werden können, ſetzt wiederum einen andern erweiterten materiellen Raum voraus, in welchem er beweglich iſt, dieſer eben ſowohl einen andern, und ſo forthin ins Unendliche.

Alſo iſt alle Bewegung, die ein Gegenſtand der Erfahrung iſt, bloß relativ; der Raum, in dem ſie wahrgenommen wird, iſt ein relativer Raum, der ſelbſt wiederum, und vielleicht in entgegengeſetzter Richtung, ſich in einem erweiterten Raume bewegt, mithin auch die in Beziehung auf den erſten bewegte Materie in Verhältniß auf den zweyten Raum ruhig genannt werden kann, und dieſe Abänderungen des Begriffs der Bewegungen gehen mit der Veränderung des relativen Raums ſo ins Unendliche fort. Einen abſoluten Raum d. i. einen ſolchen, der, weil er nicht materiell iſt, auch kein Gegenſtand der Erfahrung

ſeyn

ſeyn kann, als für ſich gegeben annehmen, heißt etwas, das weder an ſich, noch in ſeinen Folgen (der Bewegung im abſoluten Raum) wahrgenommen werden kann, um der Möglichkeit der Erfahrung willen annehmen, die doch jederzeit ohne ihn angeſtellt werden muß. Der abſolute Raum iſt alſo an ſich nichts und gar kein Objekt, ſondern bedeutet nur einen jeden andern relativen Raum, den man ſich außer dem gegebenen jederzeit denken kann, und den man nur über jeden gegebenen ins Unendliche hinausruckt, als einen ſolchen, der dieſen einſchließt und in welchem man den erſtern als bewegt annehmen kann.

Bewegung eines Dinges iſt die Veränderung der äußern Verhältniſſe deſſelben zu einem gegebenen Raume. Die gewöhnliche Erklärung der Bewegung als Veränderung des Orts reicht nicht zu. Denn der Ort eines jeden Körpers iſt ein Punkt. Wenn man die Weite des Mondes von der Erde beſtimmen will, ſo verſteht man hierunter die gerade Linie zwiſchen dem Mittelpunkte des einen und dem Mittelpunkte des andern, mithin iſt von jedem dieſer Körper nur ein Punkt, der ſeinen Ort ausmacht. Nun kann ſich ein Körper bewegen, ohne ſeinen Ort zu verändern, wie die Erde, indem ſie ſich um ihre Axe dreht. Aber ihr Verhältniß zum äußern Raume verändert ſich hiebey doch.

In jeder Bewegung ſind Richtung und Geſchwindigkeit die beyden Momente der Bewegung derſelben; wenn man von allen andern Eigenſchaften des Beweglichen abſtrahirt. In der Phoronomie wird das Wort Geſchwindigkeit bloß in räumlicher Bedeutung $C = \frac{S}{T}$ genommen.

Ueber-

Ueberdem hat Kant in der reinen Größenlehre der Bewegung folgende weit richtigere Erklärungen, als vor ihm geſchehen iſt, gegeben.

Unter Ruhe verſteht er die beharrliche Gegenwart an demſelben Orte; beharrlich aber iſt das, was eine Zeit hindurch exiſtirt, oder dauert. Ein Körper, der in Bewegung iſt, iſt in jedem Punkte der Linie, die er durchläuft, Einen Augenblick. Daß er aber darin nicht ruhe, erhellt daraus, weil er in dieſem Punkte nur in ſo fern gegenwärtig iſt, als er ſich bewegt. Geſetzt aber, die Bewegung ſey ſo, daß der Körper mit gleichförmiger Geſchwindigkeit die Linie (fig. 1.) AB vorwärts und rückwärts von B nach A zurücklege, ſo daß, weil der Augenblick, da er in B iſt, beyden Bewegungen gemein iſt, die Bewegung von A nach B in $\frac{1}{2}$ Sek., die von B nach A aber auch in $\frac{1}{2}$ Sek., beyde zuſammen aber in einer ganzen Sekunde zurückgelegt worden, ſo daß auch nicht der kleinſte Theil der Zeit auf die Gegenwart des Körpers in B aufgewandt worden: ſo wird, ohne den mindeſten Zuwachs dieſer Bewegungen, die letztere, die in der Richtung BA geſchahe, in die nach der Richtung Ba, welches mit AB in einer geraden Linie liegt, verwandelt werden können, wo denn der Körper, indem er in B iſt, darin nicht als ruhig, ſondern als bewegt angeſehen werden muß. Er mußte daher in der erſtern in ſich ſelbſt wiederkehrenden Bewegung in dem Punkte B als bewegt angeſehen werden, welches aber unmöglich iſt; weil, nach dem was angenommen worden, es nur ein Augenblick iſt, der zur Bewegung AB und zugleich zur Bewegung BA gehört, die der vorigen entgegengeſetzt, und mit ihr in einem und demſelben Augenblicke verbunden iſt,

völ-

völligen Mangel der Bewegung, folglich, wenn dieſer den Begriff der Ruhe ausmachte, auch in der gleichförmigen Bewegung Aa Ruhe des Körpers in jedem Punkte, z. B. B, beweiſen müßte, welches der obigen Behauptung widerſpricht. Man ſtelle ſich dagegen die Linie AB als über dem Punkt A aufgerichtet vor, ſo daß ein Körper von A nach B ſteigend, nachdem er durch ſeine Schwere im Punkte B die Bewegung verloren hat, von B nach A eben ſo wiederum zurückfalle; ſo entſteht die Frage, ob der Körper in B als bewegt, oder als ruhig angeſehen werden könne? Ohne Zweifel wird man ſagen, als ruhig; weil ihm alle vorherige Bewegung genommen worden, nachdem er dieſen Punkt erreicht hat, und hernach eine gleichmäßige Bewegung zurück allererſt erfolgen ſoll, folglich noch nicht da iſt; der Mangel der Bewegung aber, wird man ſagen, iſt Ruhe. Aber in dem erſtern Falle einer angenommenen gleichförmigen Bewegung konnte die Bewegung BA auch nicht anders eintreten, als dadurch, daß vorher die Bewegung AB aufgehört hatte, und die von B nach A noch nicht war, folglich, daß in B ein Mangel aller Bewegung, und nach der gewöhnlichen Erklärung, Ruhe angenommen werden mußte; aber man durfte ſie doch nicht annehmen, weil, bey einer gegebenen Geſchwindigkeit, kein Körper in einem Punkte ſeiner gleichförmigen Bewegung als ruhend gedacht werden muß. Der Grund, warum bey der ſteigenden und fallenden Bewegung Ruhe angenommen wird, liegt darin, daß dieſe Bewegung nicht als gleichförmig mit gegebener Geſchwindigkeit gedacht wird, ſondern zuerſt als gleichförmig verzögert und hernach als gleichförmig beſchleunigt, ſo doch, daß die Geſchwindigkeit im Punkte B nicht gänzlich, ſondern nur bis zu einem Grade, der klei-

kleiner iſt als jede nur anzugebende Geſchwindigkeit, mit welcher, wenn, anſtatt zurückzufallen, die Linie ſeines Falles BA in die Richtung Ba geſtellt, mithin der Körper immer noch als ſteigend betrachtet würde, er, als mit einem bloßen Moment der Geſchwindigkeit, (der Widerſtand der Schwere wird alsdenn bey Seite geſezt), in jeder noch ſo großen anzugebenden Zeit gleichförmig doch nur einen Raum, der kleiner iſt als jeder anzugebende Raum, zurücklegen, mithin ſeinen Ort (für irgend eine mögliche Erfahrung) in alle Ewigkeit gar nicht verändern würde. Folglich wird er in den Zuſtand einer dauernden Gegenwart an demſelben Orte, d. i. der Ruhe verſezt, ob ſie gleich wegen der continuirlichen Einwirkung der Schwere, d. i. der Veränderung dieſes Zuſtandes, ſofort aufgehoben wird. In einem beharrlichen Zuſtande ſeyn, und darin beharren, ſind zwey verſchiedene Begriffe, deren einer dem andern keinen Abbruch thut. Auch kann die Ruhe nicht durch den Mangel der Bewegung, der ſich, als = 0, gar nicht conſtruiren läßt, ſondern muß durch die beharrliche Gegenwart an demſelben Orte erklärt werden, da denn dieſer Begriff auch durch die Vorſtellung einer Bewegung mit unendlich kleiner Geſchwindigkeit, eine endliche Zeit hindurch conſtruirt, mithin zur nachherigen Anwendung der Mathematik auf Naturwiſſenſchaft genuzt werden kann.

Den Begriff einer zuſammengeſezten Bewegung conſtruiren heißt eine Bewegung, ſo fern ſie aus zweyen, oder mehreren gegebenen in einem Beweglichen vereinigt entſpringt, a priori in der Anſchauung darſtellen. Zur Conſtruction der Begriffe iſt erforderlich, daß die Bedingung ihrer Darſtellung nicht von der

Erfah-

Erfahrung entlehnt ſey, alſo auch nicht gewiſſe Kräfte vorausſetze, deren Exiſtenz nur von der Erfahrung abgeleitet werden kann, oder überhaupt, daß die Bedingung der Conſtruction nicht ſelbſt ein Begriff ſeyn müſſe, der gar nicht a priori in der Anſchauung gegeben werden kann, wie z. B. der von Urſache und Wirkung, Handlung und Widerſtand u. ſ. Die Regeln der Verbindung der Bewegungen durch phyſiſche Urſachen, d. i. durch Kräfte, laſſen ſich, ohne der vorhergegangenen rein mathematiſchen Erörterungen ihrer Zuſammenſetzung, nie gründlich vortragen. Zu dieſem Behuf ſetzt Kant folgenden Grundſatz feſt:

Eine jede Bewegung, als Gegenſtand einer möglichen Erfahrung, kann nach Belieben, als Bewegung des Körpers in einem ruhigen Raume, oder als Ruhe des Körpers, und dagegen Bewegung des Raums in entgegengeſetzter Richtung mit gleicher Geſchwindigkeit angeſehen werden.

Bey jeder Bewegung, als Gegenſtand der Erfahrung, wird erfordert, daß nicht allein der Körper, ſondern auch der Raum, worin er ſich bewegt, Gegenſtände der äußern Erfahrung, mithin materiell ſeyen. In aller relativen Bewegung kann aber der Raum ſelbſt, weil er als materiell angenommen wird, als ruhig oder bewegt vorgeſtellt werden. Das erſtere geſchieht, wenn über den Raum, in Beziehung auf welchen man einen Körper als bewegt anſieht, kein mehr erweiterter und ihn einſchließender gegeben iſt; das zweyte, wenn über dieſen Raum hinaus noch ein anderer Raum, der ihn einſchließt, gegeben iſt, da man alsdenn in Anſehung des letztern den nächſten Raum als bewegt und den Körper ſelbſt ebenfalls als ruhig anſehen kann. Da es nun ſchlech-

ter-

terdings unmöglich iſt, von einem empiriſch gegebenen Raume, wie erweitert er auch ſey, auszumachen, ob er nicht in Anſehung eines in einem noch größern Umfange ihn einſchließenden Raums ſelbſt wiederum bewegt ſey, oder nicht, ſo muß es aller Erfahrung und jeder Folge aus der Erfahrung völlig einerley ſeyn, ob man einen Körper als bewegt, oder als ruhig, den Raum aber in entgegengeſetzter Richtung mit gleicher Geſchwindigkeit bewegt anſehen will. Noch mehr; da der abſolute Raum für alle mögliche Erfahrung nichts iſt, ſo ſind auch die Begriffe einerley, ob man ſagt: ein Körper bewegt ſich in Anſehung dieſes gegebenen Raums in dieſer Richtung mit dieſer Geſchwindigkeit, oder ob man ihn als ruhig denken, und dem Raum alles dieſes, aber in entgegengeſetzter Richtung, beylegen will.

Auch ſind wir gar nicht im Stande, in irgend einer Erfahrung einen feſten Punkt anzugeben, in Beziehung auf welchen beſtimmt würde, was Bewegung und Ruhe abſolut heißen ſollte; denn alles, was uns auf ſolche Art gegeben iſt, iſt materiell, alſo auch beweglich, und vielleicht auch wirklich bewegt, ohne daß wir dieſe Bewegung woran wahrnehmen können. Von dieſer Bewegung eines Körpers im empiriſchen Raume kann man nun einen Theil der gegebenen Geſchwindigkeit dem Körper, den andern dem Raume, aber in entgegengeſetzter Richtung, geben, und die ganze mögliche Erfahrung in Anſehung der Folgen dieſer zwey verbundenen Bewegungen iſt völlig einerley mit derjenigen, da man den Körper mit der ganzen Geſchwindigkeit allein bewegt, oder ihn als ruhig und den Raum mit derſelben Geſchwindigkeit in entgegengeſetzter Richtung bewegt denkt. Hier wird aber

alle Bewegung als geradlinicht angenommen. Denn in Anſehung der krummlinichten Bewegung iſt es nicht in allen Stücken einerley, ob man den Körper als bewegt, und den umgebenden Raum als ruhig, oder dieſen als bewegt, und jenen als ruhig anzuſehen befugt iſt.

Die Zuſammenſetzung der Bewegung iſt die Vorſtellung der Bewegung eines Punkts als einerley mit zweyen oder mehreren Bewegungen deſſelben zuſammen verbunden. Da in der Phoronomie die Materie als ein Punkt betrachtet werden kann, ſo läßt ſich auch die Bewegung nur als Beſchreibung eines Raums anſehen, doch ſo, daß man nicht bloß auf den beſchriebenen Raum, ſondern auch auf die Zeit darin, mithin auf die Geſchwindigkeit, womit ein Punkt den Raum beſchreibt, Acht hat. Phoronomie iſt alſo die reine Größenlehre der Bewegungen. Der beſtimmte Begriff von einer Größe iſt der Begriff der Erzeugung der Vorſtellung eines Gegenſtandes durch die Zuſammenſetzung des Gleichartigen. Da nun der Bewegung nichts gleichartig iſt, als wiederum Bewegung, ſo iſt die Phoronomie eine Lehre der Zuſammenſetzung der Bewegungen eben deſſelben Punkts nach ihrer Richtung und Geſchwindigkeit, d. i. die Vorſtellung einer einzigen Bewegung, als einer ſolchen, die zwey und mehrere Bewegungen zugleich in ſich enthält, oder zweyer Bewegungen eben deſſelben Punkts zugleich, ſo fern ſie zuſammen Eine ausmachen d. i. mit dieſer einerley ſind, und nicht etwa ſo fern ſie die letztere, als Urſachen ihre Wirkung, hervorbringen. Uebrigens läßt ſich die Lehre der Zuſammenſetzung aller Bewegungen auf die von zweyen zurückführen. Zwey Bewegungen aber eines und deſ-

ſelben Punkts, die zugleich an demſelben angetroffen werden, können auf zwiefache Art unterſchieden ſeyn, und, als ſolche, auf dreyfache Art an ihm verbunden werden. Erſtlich geſchehen ſie entweder in einer und derſelben Linie, oder in verſchiedenen Linien zugleich; die letztern ſind Bewegungen, die einen Winkel einſchließen. Die, ſo in einer und derſelben Linie geſchehen, ſind nun der Richtung nach entweder einander entgegengeſetzt, oder halten einerley Richtung. Da alle dieſe Bewegungen als zugleich geſchehend betrachtet werden, ſo ergiebt ſich aus dem Verhältniß der Linien, d. i. der beſchriebenen Räume der Bewegung, in gleicher Zeit, ſo fort auch das Verhältniß der Geſchwindigkeit. Alſo ſind der Fälle drey: 1. da zwey Bewegungen (ſie mögen von gleichen oder *ungleichen* Geſchwindigkeiten ſeyn) in einem Körper in derſelben Richtung verbunden, eine daraus zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen; 2. da zwey Bewegungen deſſelben Punkts (von gleicher oder ungleicher Geſchwindigkeit) in entgegengeſetzter Richtung verbunden durch ihre Zuſammenſetzung eine dritte Bewegung in derſelben Linie ausmachen ſollen; 3. da zwey Bewegungen eines Punkts mit gleichen oder ungleichen Geſchwindigkeiten, aber in verſchiedenen Linien, die einen Winkel einſchließen, als zuſammengeſetzt betrachtet werden.

Die Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen eines und deſſelben Punkts kann nur dadurch gedacht werden, daß die eine derſelben im abſoluten Raume, ſtatt der andern aber eine mit der gleichen Geſchwindigkeit in entgegengeſetzter Richtung geſchehende Bewegung des relativen Raums, als mit derſelben einerley, vorgeſtellt wird.

Beweis.

Erſter Fall. Wenn zwey Bewegungen in eben derſelben Linie und Richtung einem und demſelben Punkte zugleich zukommen. In einer Geſchwindigkeit der Bewegung ſollen zwey Geſchwindigkeiten (fig. 2.) AB und ab als enthalten vorgeſtellt werden. Für jetzt nehme man dieſe Geſchwindigkeiten als gleich an, ſo daß AB = ab, ſo behauptet Kant, ſie können in einem und demſelben Raume (dem abſoluten oder relativen) an demſelben Punkte nicht zugleich vorgeſtellt werden. Denn weil die Linien AB und ab, welche die Geſchwindigkeiten bezeichnen, eigentlich die Räume ſind, welche ſie in gleichen Zeiten durchlaufen, ſo würde die Zuſammenſetzung dieſer Räume AB und ab = BC, mithin die Linie AC, als die Summe der Räume, die Summe beyder Geſchwindigkeiten ausdrücken müſſen. Aber die Theile AB und BC ſtellen, jede für ſich, nicht die Geſchwindigkeit = ab vor; denn ſie werden nicht in gleicher Zeit, wie ab, zurückgelegt. Alſo ſtellt auch die doppelte Linie AC, die in derſelben Zeit zurückgelegt wird, wie die Linie ab, nicht die zwiefache Geſchwindigkeit der letztern vor, welches doch verlangt wurde. Alſo läßt ſich die Zuſammenſetzung zweyer Geſchwindigkeiten in einer Richtung in demſelben Raume nicht anſchaulich darſtellen.

Dagegen, wenn der Körper A mit der Geſchwindigkeit AB im abſoluten Raume als bewegt vorgeſtellt wird, und man überdem dem relativen Raume eine Geſchwindigkeit ab = AB in entgegengeſetzter Richtung ba = CB giebt, ſo iſt dieſes eben daſſelbe, als ob man die letztere Geſchwindigkeit dem Körper in der Richtung AB ertheilt hätte. Der Kör-

per

per bewegt ſich aber alsdann in derſelben Zeit durch die Summe der Linien AB und BC = 2 ab, in welcher er die Linie ab = AB allein würde zurückgelegt haben, und ſeine Geſchwindigkeit iſt doch als die Summe der zwey gleichen Geſchwindigkeiten AB und ab vorgeſtellt, welches das iſt, was verlangt wurde.

Zweyter Fall. Wenn zwey Bewegungen in gerade entgegengeſetzten Richtungen an einem und demſelben Punkte verbunden werden ſollen. Es ſey (fig. 3.) AB die eine dieſer Bewegungen und AC die andere in entgegengeſetzter Richtung, deren Geſchwindigkeit hier der erſtern gleich ſeyn ſoll; ſo würde der Gedanke ſelbſt, zwey ſolche Bewegungen in einem und demſelben Raume an eben demſelben Punkte als zugleich vorzuſtellen, mithin der Fall einer ſolchen Zuſammenſetzung der Bewegungen ſelbſt, unmöglich ſeyn, welches der Vorausſetzung zuwider iſt.

Dagegen denke man ſich die Bewegung AB im abſoluten Raume, ſtatt der Bewegung AC aber in demſelben abſoluten Raume die entgegengeſetzte CA des relativen Raums mit eben derſelben Geſchwindigkeit, die der Bewegung AC völlig gleich gilt und alſo gänzlich an die Stelle derſelben geſetzt werden kann; ſo laſſen ſich zwey gerade entgegengeſetzte und gleiche Bewegungen deſſelben Punkts zu gleicher Zeit gar wohl darſtellen. Weil nun der relative Raum mit derſelben Geſchwindigkeit CA = AB in derſelben Richtung mit dem Punkte A bewegt iſt, ſo verändert dieſer Punkt, oder der in ihm befindliche Körper, in Anſehung des relativen Raums ſeinen Ort nicht, d. i. ein Körper, der nach zwey einander gerade entgegengeſetzten Richtungen mit gleicher Geſchwindigkeit bewegt wird, ruht, oder allgemein ausgedruckt: ſeine

Bewegung iſt der Differenz der Geſchwindigkeiten in der Richtung der größeren gleich.

Dritter Fall. Wenn zwey Bewegungen eben deſſelben Punkts, nach Richtungen, welche einen Winkel einſchließen, verbunden vorgeſtellt werden. Die zwey gegebenen Bewegungen ſind (fig. 4.) AB und AC, deren Geſchwindigkeit und Richtungen durch dieſe Linien, der Winkel aber, den die letztern einſchließen, durch BAC ausgedruckt wird (er mag ein rechter, oder jeder andere beliebige Winkel ſeyn). Wenn nun dieſe zwey Bewegungen zugleich in den Richtungen AB und AC, und zwar in einem und demſelben Raume geſchehen ſollen; ſo würden ſie doch nicht in dieſen beyden Linien AB und AC zugleich geſchehen können, ſondern nur in Linien, die dieſen parallel laufen. Es würde alſo angenommen werden müſſen, daß eine dieſer Bewegungen in der andern eine Veränderung (nämlich die Abbringung von der gegebenen Bahn) bewirkte, wenn gleich ihre beyden Richtungen dieſelben blieben. Dieſes iſt aber der Vorausſetzung des Lehrſatzes zuwider, welche unter dem Worte Zuſammenſetzung andeutet: daß beyde gegebene Bewegungen in einer dritten enthalten, mithin mit dieſer einerley ſeyn, und nicht, daß indem eine die andere verändert, ſie eine dritte hervorbringen.

Dagegen nehme man die Bewegung AC als im abſoluten Raume vor ſich gehend an, anſtatt der Bewegung AB aber die Bewegung des relativen Raums in entgegengeſetzter Richtung. Die Linie AC ſey in drey gleiche Theile AE, EF, FC getheilt. Während nun der Körper A im abſoluten Raume die Linie AE durchläuft, durchläuft der relative Raum, und mit ihm der Punkt E, den Raum

Ee = MA; während daß der Körper die zwey Theile zuſammen = AF durchläuft, beſchreibt der relative Raum, und mit ihm der Punkt F, die Linie Ff = NA; während daß der Körper endlich die ganze Linie AC durchläuft, beſchreibt der Raum, und mit ihm der Punkt C, die Linie Cc = BA; welches alles eben daſſelbe iſt, als ob der Körper A in dieſen drey Zeittheilen die Linien Em, Fn, und CD = AM, AN, AB und in der ganzen Zeit, worin er AC durchläuft, die Linie CD = AB durchlaufen hätte. Alſo iſt er im letzten Augenblicke im Punkte D und in dieſer ganzen Zeit nach und nach in allen Punkten der Diagonallinie AD, welche alſo ſowohl die Richtung als Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung ausdruckt.

Kant bemerkt ganz richtig, daß die geometriſche Conſtruction erfordert, daß eine Größe mit der andern, oder zwey Größen in der Zuſammenſetzung mit einer dritten einerley ſeyen, nicht daß ſie als Urſachen die dritte hervorbringen, welches die mechaniſche Conſtruction ſeyn würde. Alle geometriſche Conſtruction der völligen Identität beruht aber auf Congruenz. Es kann alſo dieſe Congruenz zweyer zuſammen verbundener Bewegungen mit einer dritten nie ſtatt haben, wenn jene beyde in einem und demſelben Raume z. B. dem relativen vorgeſtellt werden. Daher ſind alle Verſuche, obigen Lehrſatz in ſeinen drey Fällen zu beweiſen, immer nur mechaniſche Auflöſungen geweſen, da man nämlich bewegende Urſachen durch die eine gegebene Bewegung, mit einer andern verbunden, eine dritte hervorbringen ließ; nicht aber Beweiſe, daß jene mit dieſer einerley ſind, und ſich, als ſolche, in der reinen Anſchauung a priori darſtellen laſſen.

Wenn z. B. eine Geſchwindigkeit (fig. 2.) AB doppelt genannt wird; ſo kann darunter nichts anders verſtanden werden, als daß ſie aus zwey einfachen und gleichen AB und BC beſtehe. Erklärt man aber eine doppelte Geſchwindigkeit dadurch, daß man ſagt, ſie ſey eine Bewegung, wodurch in derſelben Zeit ein doppelt ſo großer Raum zurückgelegt wird, ſo wird hier etwas angenommen, was ſich nicht von ſelbſt verſteht, nämlich: daß ſich zwey gleiche Geſchwindigkeiten eben ſo verbinden laſſen, wie zwey gleiche Räume, und es iſt nicht für ſich klar, daß eine gegebene Geſchwindigkeit aus kleinern, und eine Schnelligkeit aus Langſamkeiten eben ſo beſtehe, wie ein Raum aus kleinern Räumen; denn die Theile der Geſchwindigkeit ſind nicht außerhalb einander, wie die Theile des Raums, und wenn jene als Größe betrachtet werden ſoll, ſo muß der Begriff ihrer Größe, da ſie intenſiv iſt, auf andere Art conſtruirt werden, als der in der extenſiven Größe des Raums. Die Conſtruction iſt aber auf keine andere Art möglich, als durch die mittelbare Zuſammenſetzung zweyer gleichen Bewegungen, wovon die eine die des Körpers, die andere des relativen Raums in entgegengeſetzter Richtung, aber eben darum mit einer ihr gleichen Bewegung des Körpers in der vorigen Richtung völlig einerley iſt.

D y n a m i k.

In der Dynamik wird dem phoronomiſchen Begriffe der Materie noch eine Eigenſchaft beygefügt, welche ſich als Urſache auf eine Wirkung bezieht, nämlich das Vermögen, einer Bewegung eines gewiſſen Raums zu widerſtehen. Kant erklärt alſo hier die Materie als das Bewegliche, ſo fern es

einen

einen Raum erfüllt. Einen Raum erfüllen, heißt allem Beweglichen widerſtehen, das durch ſeine Bewegung in einen gewiſſen Raum einzudringen ſtrebt. Ein Raum, der nicht erfüllt iſt, iſt ein leerer Raum.

Die Erfüllung des Raums hält einen gewiſſen Raum von dem Eindringen irgend eines andern beweglichen frey, wenn ſeine Bewegung auf irgend einen Ort in dieſem Raume hingerichtet iſt. Worauf nun der nach allen Seiten gerichtete Widerſtand der Materie beruhe, und was er ſey, muß noch unterſucht werden. So viel erhellet aber ſchon aus der vorigen Erklärung, daß die Materie hier nicht ſo betrachtet wird, wie ſie widerſteht, wenn ſie aus ihrem Orte getrieben und alſo ſelbſt bewegt werden ſoll, ſondern wenn bloß der Raum ihrer eigenen Ausdehnung verringert werden ſoll. Um die Ausdehnung eines Dinges im Raume zu bezeichnen, gebraucht man gewöhnlich dieſen Ausdruck: einen Raum einnehmen d. h. in allen Punkten deſſelben unmittelbar gegenwärtig ſeyn. Da aber, nach Kants richtiger Bemerkung, in dieſem Begriffe nicht beſtimmt iſt, welche Wirkung, oder ob gar überall eine Wirkung aus dieſer Gegenwart entſpringe, ob andern zu widerſtehen, die hineinzudringen ſtreben, oder ob es bloß einen Raum ohne Materie bedeute, in ſo fern er ein Inbegriff mehrerer Räume iſt, wie man von jeder geometriſchen Figur ſagen kann: ſie nimmt einen Raum ein (ſie iſt ausgedehnt), oder ob wohl gar im Raume etwas ſey, was ein anderes bewegliche nöthigt, tiefer in denſelben einzudringen (andere anzieht), da, wie geſagt, durch den Begriff des Einnehmens eines Raums dieſes alles unbeſtimmt iſt,

ſo iſt: einen Raum erfüllen, eine nähere Beſtimmung des Begriffs: einen Raum einnehmen.

Das Eindringen in einen Raum iſt eine Bewegung. Der Widerſtand gegen Bewegung iſt die Urſache der Verminderung, oder auch Veränderung derſelben in Ruhe. Nun kann aber mit keiner Bewegung etwas verbunden werden, was ſie vermindert oder aufhebt, als eine andere Bewegung eben deſſelben Beweglichen in entgegengeſetzter Richtung. Mithin iſt der Widerſtand, den eine Materie in dem Raum, den ſie erfüllt, allem Eindringen anderer leiſtet, eine Urſache der Bewegung der letztern in entgegengeſetzter Richtung. Die Urſache einer Bewegung heißt nun bewegende Kraft. Alſo erfüllt die Materie ihren Raum durch bewegende Kraft, und nicht durch ihre bloße Exiſtenz.

Eine Kraft, welche dem Eindringen einer andern oder der Annäherung widerſteht, heißt eine zurückſtoßende, oder expanſive Kraft. Alſo erfüllt die Materie ihre Räume durch repulſive Kräfte aller ihrer Theile, d. i. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, welche einen beſtimmten Grad hat, über den kleinere oder größere Grade ins Unendliche gedacht werden können.

Auch nennt man die expanſive Kraft einer Materie Elaſticität. Da nun jene der Grund iſt, worauf die Erfüllung des Raums, als eine weſentliche Eigenſchaft aller Materie, beruht, ſo muß dieſe Elaſticität urſprünglich heißen; weil ſie von keiner andern Eigenſchaft der Materie abgeleitet werden kann. Alle Materie iſt demnach urſprünglich elaſtiſch.

Weil über jede ausdehnende Kraft eine größere bewegende Kraft gefunden werden kann; dieſe aber auch

auch jener entgegenwirken kann, wodurch ſie alsdann den Raum der letzteren verengen würde, den dieſe zu erweitern trachtet, in welchem Falle die erſtere eine zuſammendruckende Kraft heißen würde, ſo muß auch für jede Materie eine zuſammendruckende Kraft gefunden werden können, die ſie von einem jeden Raum, den ſie erfüllt, in einen engern Raum zu treiben vermag. Nun kann für jede gegebene ausdehnende Kraft der Materie eine größere zuſammendruckende gefunden werden, welche ſie in einen engern Raum zwingt, und ſo ins Unendliche; mithin folgt, daß die Materie ins Unendliche zuſammengedruckt werden könne. Sie würde durchdrungen werden, wenn durch ihre Zuſammendruckung der Raum ihrer Ausdehnung völlig aufgehoben würde. Dazu würde eine unendlich zuſammendruckende Kraft erfordert werden, welche unmöglich iſt. Alſo kann eine Materie durch Zuſammendruckung von keiner andern durchdrungen werden.

Die Undurchdringlichkeit der Materie, welche auf dem Widerſtande beruht, der mit den Graden der Zuſammendruckung proportionirlich wächſt, heißt die relative; diejenige aber, welche auf der Vorausſetzung beruht, daß die Materie als ſolche gar keiner Zuſammendruckung fähig ſey, heißt die abſolute Undurchdringlichkeit. Die Erfüllung des Raums mit abſoluter Undurchdringlichkeit kann die mathematiſche, die mit bloß relativer die dynamiſche Erfüllung des Raums heißen.

Nach dem bloß mathematiſchen Begriffe der Undurchdringlichkeit widerſteht die Materie als Materie allem Eindringen ſchlechterdings und mit abſoluter Nothwendigkeit, und es iſt keine Materie einer Zuſammendruckung fähig, als ſo fern ſie leere Räu-

me

me in ſich enthält. Nach der dynamiſchen Erfüllung des Raums aber beruht die Undurchdringlichkeit auf einem phyſiſchen Grunde; denn die ausdehnende Kraft macht ſie ſelbſt, als ein Ausgedehntes, das ſeinen Raum erfüllt, allererſt möglich. Da aber dieſe Kraft einen Grad hat, welcher überwältigt, mithin den Raum der Ausdehnung verringert, d. i. in denſelben bis auf ein gewiſſes Maaß von einer gegebenen zuſammendruckenden Kraft eingedrungen werden kann, doch ſo, daß die gänzliche Durchdringung, weil ſie eine unendliche zuſammendruckende Kraft erfordern würde, unmöglich iſt; ſo muß die Erfüllung des Raums nur als relative Undurchdringlichkeit angeſehen werden.

Ueberhaupt laſſen ſich nur zwey bewegende Kräfte der Materie denken. Denn alle Bewegung, die eine Materie einer andern eindrücken kann, da in dieſer Rückſicht jede derſelben nur wie ein Punkt betrachtet wird, muß jederzeit als in der geraden Linie zwiſchen zweyen Punkten ertheilt angeſehen werden. In dieſer geraden Linie aber ſind nur zweyerley Bewegungen möglich; die eine, wodurch ſich jene Punkte von einander entfernen, die zweyte, wodurch ſie ſich einander nähern, die erſtere heißt eine Zurückſtoßungs- und die andere eine Anziehungskraft. Alſo können nur dieſe zwey Arten von Kräften, als ſolche, worauf alle Bewegungskräfte in der materiellen Natur zurückgeführt werden müſſen, gedacht werden.

Materielle Subſtanz nennt Kant dasjenige im Raume, was für ſich, d. h. abgeſondert von allem andern, was außer ihm im Raume exiſtirt, beweglich iſt. Die Bewegung eines Theils der Materie, wodurch ſie aufhört ein Theil zu ſeyn, iſt die Trennung.

nung. Die Trennung der Theile einer Materie iſt die phyſiſche Theilung.

Er bemerkt ganz richtig, daß der Begriff einer Subſtanz das letzte Subjekt der Exiſtenz bedeutet, d. i. dasjenige, was ſelbſt nicht wiederum als Prädikat zur Exiſtenz eines anderen gehört. Nun iſt Materie das Subjekt alles deſſen, was im Raume zur Exiſtenz der Dinge gezählt werden mag; denn außer ihr würde ſonſt kein Subjekt gedacht werden können, als der Raum ſelbſt; welcher aber ein Begriff iſt, der noch gar nichts Exiſtirendes, ſondern bloß die nothwendigen Bedingungen der äußern Relation möglicher Gegenſtände äußerer Sinne enthält. Alſo iſt Materie, als das Bewegliche im Raume, die Subſtanz in demſelben. Aber eben ſo werden auch alle Theile derſelben, ſo fern man nur von ihnen ſagen kann, daß ſie ſelbſt Subjekte und nicht bloß Prädikate von andern Materien ſeyen, Subſtanzen, mithin ſelbſt wiederum Materie heißen müſſen. Sie ſind aber ſelbſt Subjekte, wenn ſie für ſich beweglich und alſo auch außer der Verbindung mit andern Nebentheilen etwas im Raume exiſtirendes ſind. Alſo iſt die eigene Beweglichkeit der Materie, oder irgend eines Theils derſelben, zugleich ein Beweis dafür, daß dieſes Bewegliche, und ein jeder beweglicher Theil deſſelben, Subſtanz ſey.

Die Materie iſt ins Unendliche theilbar, und zwar in Theile, deren jeder wiederum Materie iſt. Denn in einem mit Materie erfüllten Raume enthält jeder Theil deſſelben repulſive Kraft, allen übrigen nach allen Seiten entgegenzuwirken; mithin iſt ein jeder Theil eines durch Materie erfüllten Raums für ſich ſelbſt beweglich, folglich trennbar von den übri-

gen

gen als materielle Subſtanz durch phyſiſche Theilung. So weit ſich alſo die mathematiſche Theilbarkeit des Raums, den eine Materie erfüllt, erſtreckt, ſo weit erſtreckt ſich auch die mögliche phyſiſche Theilung der Subſtanz, die ihn erfüllt. Die mathematiſche Theilbarkeit aber geht ins Unendliche, folglich auch die phyſiſche, d. i. alle Materie iſt ins Unendliche theilbar, wovon jeder Theil ſelbſt wiederum materielle Subſtanz iſt.

Der Mathematiker beweißt zwar ohne alle Widerſprüche, daß der Raum unendlich theilbar ſey, allein dadurch iſt die unendliche Theilbarkeit der Materie noch nicht bewieſen, wenn nicht vorher dargethan worden: daß in jedem Theile des Raums materielle Subſtanz ſey, d. h. für ſich bewegliche Theile anzutreffen ſind. Denn, wollte ein Monadiſt annehmen, die Materie beſtände aus phyſiſchen Punkten, wovon ein jeder zwar keine bewegliche Theile habe, aber dennoch durch bloße repulſive Kraft einen Raum erfüllte; ſo würde er geſtehen können, daß zwar dieſer Raum, aber nicht die Subſtanz, die in ihm wirkt, mithin zwar die Sphäre der Wirkſamkeit der letzteren, aber nicht das wirkende bewegliche Subjekt ſelbſt durch die Theilung des Raums zugleich getheilt werde. Alſo würde er die Materie aus phyſiſch untheilbaren Theilen zuſammenſetzen, und ſie doch auf dynamiſche Art einen Raum einnehmen laſſen.

Durch den vorigen Beweis aber iſt dem Monadiſten dieſe Ausflucht gänzlich benommen. Denn daraus iſt klar, daß in einem erfüllten Raume kein Punkt ſeyn könne, der nicht ſelbſt nach allen Seiten Zurückſtoßung ausübt, ſo wie er zurückgeſtoßen wird, mithin als ein außer jedem andern zurückſtoßenden

Punkte befindliches gegenwirkendes Subjekt an ſich ſelbſt beweglich wäre, und daß die Hypotheſe eines Punkts, der durch bloße treibende Kraft, und nicht vermittelſt anderer gleichfalls zurückſtoßender Kräfte, einen Raum erfüllte, gänzlich unmöglich ſey. Um dieſes und dadurch auch den vorigen Beweis anſchaulich zu machen, nehme man an, (fig. 5.) A ſey der Ort einer Monas im Raume, ab ſey der Durchmeſſer der Sphäre ihrer repulſiven Kraft, mithin aA der Halbmeſſer derſelben, ſo iſt zwiſchen a, wo dem Eindringen einer äußern Monade in den Raum, den jene Sphäre einnimmt, widerſtanden wird, und dem Mittelpunkte derſelben A, ein Punkt c anzugeben möglich. Wenn nun A demjenigen, was in a einzudringen trachtet, widerſteht, ſo muß auch c den beyden Punkten A und a widerſtehen. Denn wäre dieſes nicht, ſo würden ſie ſich einander ungehindert nähern, folglich A und a im Punkte c zuſammentreffen d. i. der Raum würde durchdrungen werden. Alſo muß in c etwas ſeyn, was dem Eindringen von A und a widerſteht, und alſo die Monas A zurücktreibt, ſo wie es auch von ihr zurückgetrieben wird. Da nun Zurücktreiben eine Bewegung iſt, ſo iſt c etwas bewegliches im Raume, mithin Materie, und der Raum zwiſchen A und a konnte nicht durch die Sphäre der Wirkſamkeit einer einzigen Monade angefüllt ſeyn, alſo auch nicht der Raum zwiſchen c und A, und ſo ins Unendliche.

Der dogmatiſche Phyſiker wird aber nun ſchließen, wenn die Materie wirklich ins Unendliche theilbar iſt, ſo beſteht ſie aus einer unendlichen Menge von Theilen; denn ein Ganzes muß doch alle die Theile zum voraus insgeſammt ſchon in ſich enthalten,

in

in die es getheilt werden kann. Dieſer letzte Satz iſt auch von einem jeden Ganzen, als Dinge als ſich ſelbſt, unbezweifelt gewiß. Allein da man doch nicht einräumen kann, die Materie, ja ſelbſt nicht einmal der Raum, beſtehe aus unendlich vielen Theilen (weil es ein Widerſpruch iſt, eine unendliche Menge, deren Begriff es ſchon mit ſich bringt, daß ſie niemals vollendet vorgeſtellt werden könne, ſich als ganz vollendet zu denken), ſo muß man entweder behaupten: der Raum ſey nicht ins Unendliche theilbar, oder: der Raum iſt keine Eigenſchaft eines Dinges an ſich ſelbſt, und alſo die Materie kein Ding an ſich ſelbſt, ſondern bloße Erſcheinung unſerer äußern Sinne überhaupt, ſo wie der Raum die weſentliche Form derſelben. Dieß letztere läßt ſich nun ganz wohl durch die Vernunft gedenken, obgleich unmöglich anſchaulich machen und conſtruiren; denn erſteres läßt ſich der Mathematiker nicht wegdemonſtriren. Was nur dadurch wirklich iſt, daß es in der Vorſtellung gegeben iſt, davon iſt auch nicht mehr gegeben, als ſo viel in der Vorſtellung angetroffen wird, d. i. ſo weit der Progreſſus der Vorſtellungen reicht. Alſo von Erſcheinungen, deren Theilung ins Unendliche geht, kann man nur ſagen, daß der Theile der Erſcheinung ſo viele ſind, als wir deren nur geben, d. i. ſo weit wir nur immer theilen mögen. Denn die Theile, als zur Exiſtenz einer Erſcheinung gehörig, exiſtiren nur in Gedanken, nämlich in der Theilung ſelbſt. Nun geht zwar die Theilung ins Unendliche, aber ſie iſt doch niemals als unendlich gegeben; alſo folgt daraus nicht, daß das Theilbare eine unendliche Menge Theile an ſich ſelbſt und außer unſerer Vorſtellung in ſich enthalte, darum, weil ſeine Theilung ins Unendliche geht. Denn es iſt nicht das Ding, ſondern

nur die Vorſtellung deſſelben, deren Theilung, ob ſie zwar ins Unendliche fortgeſetzt werden kann, und im Objekte, das an ſich unbekannt iſt, dazu auch ein Grund iſt, dennoch nie vollendet, folglich ganz gegeben werden kann, und alſo auch keine wirkliche unendliche Menge im Objekte (als die ein ausdrücklicher Widerſpruch ſeyn würde) beweißt.

Die Möglichkeit der Materie erfordert außer der Expanſivkraft eine Anziehungskraft, als die zweyte weſentliche Grundkraft derſelben. Denn die Undurchdringlichkeit, als die Grundeigenſchaft der Materie, wodurch ſie ſich als etwas Reales im Raume unſern äußern Sinnen zuerſt offenbart, iſt nichts, als das Ausdehnungsvermögen der Materie. Nun kann eine weſentliche bewegende Kraft, wodurch die Theile der Materie einander fliehen, erſtlich nicht durch ſich ſelbſt eingeſchränkt werden, weil ſich die Materie vielmehr dadurch beſtrebt, den Raum, den ſie erfüllt, continuirlich zu erweitern, zweytens auch nicht durch den Raum allein auf eine gewiſſe Grenze der Ausdehnung geſetzt werden; denn dieſer kann zwar den Grund davon enthalten, daß bey Erweiterung des Volumens einer ſich ausdehnenden Materie die ausdehnende Kraft im umgekehrten Verhältniſſe ſchwächer werde, aber, weil von einer jeden bewegenden Kraft ins Unendliche kleinere Grade möglich ſind, niemals den Grund enthalten, daß ſie irgendwo aufhöre. Alſo würde die Materie durch ihre zurückſtoßende Kraft allein, und, wenn ihr nicht eine andere bewegende Kraft entgegenwirkte, innerhalb keinen Grenzen der Ausdehnung gehalten ſeyn, d. i. ſich ins Unendliche zerſtreuen, und in keinem anzugebenden Raume würde eine anzugebende Quantität Materie anzutreffen

 ſeyn.

ſeyn. Folglich würden, bey bloß zurücktreibenden Kräften der Materie, alle Räume leer, mithin eigentlich gar keine Materie da ſeyn. Es erfordert alſo alle Materie zu ihrer Exiſtenz Kräfte, die der ausdehnenden entgegengeſetzt ſind d. i. zuſammendrückende Kräfte. Dieſe können aber urſprünglich nicht wiederum in der Entgegenſtrebung einer andern Materie geſucht werden; denn dieſe bedarf, damit ſie Materie ſey, ſelbſt einer zuſammendruckenden Kraft. Alſo muß irgendwo eine urſprüngliche Kraft der Materie, welche in entgegengeſetzter Richtung der repulſiven, mithin zur Annäherung wirkt, d. i. eine Anziehungskraft angenommen werden. Da nun dieſe Anziehungskraft zur Möglichkeit der Materie, als Materie, überhaupt gehört, folglich vor allen Unterſchieden derſelben vorhergeht, ſo darf ſie nicht bloß einer beſondern Gattung derſelben, ſondern muß jeder Materie überhaupt und zwar urſprünglich beygelegt werden. Alſo kommt aller Materie eine urſprüngliche Anziehung, als zu ihrem Weſen gehörige Grundkraft, zu.

Durch bloße Anziehungskraft, ohne Zurückſtoßung, iſt keine Materie möglich. Denn Anziehungskraft iſt die bewegende Kraft der Materie, wodurch ſie eine andere treibt, ſich ihr zu nähern, folglich, wenn ſie zwiſchen allen Theilen der Materie angetroffen wird, iſt die Materie vermittelſt ihrer beſtrebt, die Entfernung ihrer Theile von einander, mithin auch den Raum, den ſie zuſammen einnehmen, zu verringern. Nun kann nichts die Wirkung einer bewegenden Kraft hindern, als eine andere ihr entgegengeſetzte bewegende Kraft; dieſe aber, welche der Anziehung entgegengeſetzt iſt, iſt die repulſive Kraft. Alſo würden, ohne repulſive Kräfte durch bloße An-

nähe-

näherung, alle Theile der Materie ſich ohne Hinderniß einander nähern, und den Raum, den dieſe einnimmt, verringern. — Da nun in dem angenommenen Falle keine Entfernung der Theile iſt, in welcher eine größere Annäherung durch Anziehung vermittelſt einer zurückſtoßenden Kraft unmöglich gemacht würde, ſo würden ſie ſich ſo lange zu einander bewegen, bis gar keine Entfernung zwiſchen ihnen angetroffen würde d. i. ſie würden in einem mathematiſchen Punkt zuſammenfließen, und der Raum würde leer, mithin ohne alle Materie ſeyn. Demnach iſt Materie durch bloße Anziehungskräfte ohne zurückſtoßende unmöglich.

Diejenige Eigenſchaft, auf welcher als Bedingung ſelbſt die innere Möglichkeit eines Dinges beruht, iſt ein weſentliches Stück derſelben. Alſo gehört die Zurückſtoßungskraft zum Weſen der Materie eben ſowohl, wie die Anziehungskraft, und keine kann von der andern im Begriff der Materie getrennt werden.

Berührung im phyſiſchen Verſtande iſt nach Kant die unmittelbare Wirkung und Gegenwirkung der Undurchdringlichkeit. Die Wirkung einer Materie auf die andere außer der Berührung iſt die Wirkung in die Ferne. Dieſe Wirkung in die Ferne, welche auch ohne Vermittelung zwiſchen inne liegender Materie möglich iſt, heißt die unmittelbare Wirkung in die Ferne, oder auch die Wirkung der Materie auf einander durch den leeren Raum.

Die aller Materie weſentliche Anziehung iſt eine unmittelbare Wirkung derſelben auf andere durch den leeren Raum. Denn die Anziehungskraft enthält

ſelbſt den Grund der Möglichkeit der Materie, als desjenigen Dinges, was einen Raum im beſtimmten Grade erfüllt, mithin ſelbſt ſogar von der Möglichkeit einer phyſiſchen Berührung derſelben. Sie muß alſo vor dieſer hergehen, und ihre Wirkung muß folglich von der Bedingung der Berührung unabhängig ſeyn. Nun iſt die Wirkung einer bewegenden Kraft, die von aller Berührung unabhängig iſt, auch von der Erfüllung des Raums zwiſchen dem bewegenden und dem bewegten unabhängig, d. h. ſie muß auch, ohne daß der Raum zwiſchen beyden erfüllt iſt, ſtatt finden, mithin als Wirkung durch den leeren Raum.

Den gemeinſten Einwurf wider die unmittelbare Wirkung in die Ferne, daß nämlich eine Materie doch nicht da, wo ſie nicht iſt, unmittelbar wirken könne, beantwortet Kant auf dieſe Art: Wenn die Erde den Mond unmittelbar treibt, ſich ihr zu nähern, ſo wirkt die Erde auf ein Ding, das viele tauſend Meilen von ihr entfernt iſt, dennoch unmittelbar; der Raum zwiſchen ihr und dem Monde mag auch als völlig leer angeſehen werden. Denn obgleich zwiſchen beyden Körpern Materie läge, ſo thut dieſe doch nichts zu jener Anziehung. Sie wirkt alſo an einem Orte, wo ſie nicht iſt, unmittelbar; etwas was dem Anſcheine nach widerſprechend iſt. Allein es iſt ſo wenig widerſprechend, daß man vielmehr ſagen kann, ein jedes Ding im Raume wirkt auf ein anderes nur an einem Ort, wo das Wirkende nicht iſt. Denn ſollte es an demſelben Orte, wo es ſelbſt iſt, wirken, ſo würde das Ding, worauf es wirkt, gar nicht außer ihm ſeyn; denn dieſes Außerhalb bedeutet die Gegenwart in einem Orte, worin das

das andere nicht iſt. Wenn Erde und Mond einander auch berührten, ſo wäre doch der Punkt der Berührung ein Ort, in dem weder die Erde noch der Mond iſt; denn beyde ſind um die Summe ihrer Halbmeſſer von einander entfernt. Auch würde im Punkte der Berührung ſogar kein Theil, weder der Erde, noch des Mondes, anzutreffen ſeyn, denn dieſer Punkt liegt in der Grenze beyder erfüllten Räume, die keinen Theil weder von dem einen noch dem andern ausmacht. Daß alſo Materien in einander in der Entfernung nicht unmittelbar wirken können, würde ſo viel ſagen, als, ſie können in einander nicht unmittelbar wirken, ohne Vermittelung der Kräfte der Undurchdringlichkeit. Nun würde dieß eben ſo viel ſeyn, als ob man ſagte: die repulſiven *Kräfte* ſind die einzigen, womit Materien wirkſam ſeyn können, oder ſie ſind wenigſtens die nothwendigen Bedingungen, unter welchen allein Materien auf einander wirken können, welches entweder die Anziehungskraft für ganz unmöglich, oder doch immer von der Wirkung der repulſiven Kräfte abhängig erklären würde; beydes aber ſind Behauptungen ohne allen Grund. Die Verwechſelung der mathematiſchen Berührung der Räume und der phyſiſchen durch zurücktreibende Kräfte, macht hier den Grund des Mißverſtandes aus. Sich unmittelbar außer der Berührung anziehen, heißt, ſich einander nach einem beſtändigen Geſetze nähern, ohne daß eine Kraft der Zurückſtoßung dazu die Bedingung enthalte, welches doch eben ſo gut ſich denken laſſen muß, als einander unmittelbar zurückſtoßen, d. h. ſich einander nach einem beſtändigen Geſetze fliehen, ohne daß die Anziehungskraft daran irgend einen Antheil habe. Denn beyde bewegende Kräfte ſind von ganz verſchiedener

Art, und es iſt nicht der mindeſte Grund dazu, eine von der andern abhängig zu machen, und ihr ohne Vermittelung der andern, die Möglichkeit abzuſtreiten.

Aus der Anziehung in der Berührung kann gar keine Bewegung entſpringen; denn die Berührung iſt Wechſelwirkung der Undurchdringlichkeit, welche alſo alle Bewegung abhält. Mithin muß doch irgend eine unmittelbare Anziehung außer der Berührung und folglich in der Entfernung angetroffen werden; denn ſonſt könnten ſelbſt die druckenden und ſtoßenden Kräfte, welche die Beſtrebung zur Annäherung hervorbringen ſollen, da ſie in entgegengeſetzter Richtung mit der repulſiven Kraft der Materie wirken, keine, wenigſtens nicht in der Natur der Materie urſprünglich liegende, Urſache haben. Man kann diejenige Anziehung, die ohne Vermittelung der repulſiven Kräfte geſchieht, die wahre Anziehung, diejenige, welche bloß auf jene Art vor ſich geht, die ſcheinbare nennen; denn eigentlich übt der Körper, dem ein anderer ſich bloß darum zu nähern beſtrebt, weil dieſer anderweitig durch Stoß zu ihm getrieben worden, gar keine Anziehungskraft auf dieſen aus. Aber ſelbſt dieſe ſcheinbaren Anziehungen müſſen doch zuletzt eine wahre zum Grunde haben, weil Materie, deren Druck oder Stoß ſtatt Anziehung dienen ſoll, ohne anziehende Kräfte nicht einmal Materie ſeyn würde, und folglich die Erklärungsart aller Phänomene der Annäherung durch bloß ſcheinbare Anziehung ſich im Cirkel herum dreht. Man hält gemeiniglich dafür, fährt Kant fort, Newton habe zu ſeinem Syſtem gar nicht nöthig gefunden, eine unmittelbare Attraction der Materien anzunehmen,

men, ſondern mit der ſtrengſten Enthaltſamkeit der reinen Mathematik hierin den Phyſikern volle Freyheit gelaſſen, die Möglichkeit derſelben zu erklären, wie ſie es für gut finden möchten, ohne ſeine Sätze mit ihrem Hypotheſenſpiel zu bemengen. Allein wie konnte er den Satz gründen, daß die allgemeine Anziehung der Körper, die ſie in gleichen Entfernungen um ſich ausüben, der Quantität ihrer Materie proportional ſey, wenn er nicht annahm, daß alle Materie, mithin bloß als Materie und durch ihre weſentliche Eigenſchaft, dieſe Bewegungskraft ausübe? Denn obgleich freylich zwiſchen zweyen Körpern, ſie mögen der Materie nach gleichartig ſeyn, oder nicht, wenn der eine den andern zieht, die wechſelſeitige Annäherung (nach dem Geſetze der Gleichheit der Wechſelwirkung) immer in umgekehrtem Verhältniß der Quantität der Materie geſchehen muß, ſo macht dieſes Geſetz doch nur ein Princip der Mechanik, aber nicht der Dynamik, d. i. es iſt ein Geſetz der Bewegungen, die aus anziehenden Kräften folgen, nicht der Proportion der Anziehungskräfte ſelbſt, und gilt von allen bewegenden Kräften überhaupt.

Eine ſolche bewegende Kraft, wodurch Materien nur in der gemeinſchaftlichen Fläche der Berührung unmittelbar auf einander wirken können, nennt Kant eine Flächenkraft; diejenige aber, wodurch eine Materie auf die Theile der andern auch über die Fläche der Berührung hinaus unmittelbar wirken kann, eine durchdringende Kraft.

Es iſt alſo die Zurückſtoßungskraft, vermittelſt welcher die Materie einen Raum erfüllt, eine bloße Flächenkraft. Denn die einander berührenden Theile begrenzen einer den Wirkungsraum der andern, und

die repulſive Kraft kann keinen entferntern Theil bewegen, ohne vermittelſt der dazwiſchen liegenden, und eine quer durch dieſe gehende unmittelbare Wirkung einer Materie auf eine andere durch Ausdehnungskräfte iſt unmöglich. Dagegen der Wirkung einer Anziehungskraft, vermittelſt deren eine Materie einen Raum einnimmt, ohne ihn zu erfüllen, wodurch ſie alſo auf andere entfernte wirkt durch den leeren Raum, ſetzt keine Materie, die dazwiſchen liegt, Grenzen. So muß nun die urſprüngliche Anziehung, welche die Materie ſelbſt möglich macht, gedacht werden, und alſo iſt ſie eine durchdringende Kraft, und eben daher jederzeit der Quantität der Materie proportional.

Die urſprüngliche Anziehungskraft, worauf ſelbſt die Möglichkeit der Materie, als einer ſolchen, beruht, erſtreckt ſich im Weltraume von jedem Theile derſelben auf jeden andern unmittelbar ins Unendliche. Denn da die urſprüngliche Anziehungskraft zum Weſen der Materie gehört, ſo kommt ſie auch jedem Theile derſelben zu, nämlich unmittelbar auch in die Ferne zu wirken. Geſetzt nun, es gebe eine Entfernung, über welche hinaus ſie ſich nicht erſtreckte, ſo würde dieſe Bewegung der Sphäre ihrer Wirkſamkeit entweder auf der innerhalb dieſer Sphäre liegenden Materie, oder bloß auf die Größe des Raums, auf welchen ſie dieſen Einfluß verbreitet, beruhen. Das erſtere findet nicht ſtatt; denn dieſe Anziehung iſt eine durchdringende Kraft, und wirkt unmittelbar in der Entfernung, ungeachtet aller dazwiſchen liegenden Materien, durch jeden Raum, als einen leeren Raum. Das zweyte findet gleichfalls nicht ſtatt; denn weil eine jede anziehende Kraft eine bewegende Kraft iſt, die einen Grad hat, unter dem ins Unend-

endliche noch immer kleinere gedacht werden können; ſo würde in der größern Entfernung zwar ein Grund liegen, den Grad der Attraction, nach dem Maaße der Ausbreitung der Kraft, in umgekehrtem Verhältniſſe zu vermindern, niemals aber ſie völlig aufzuheben. Da nun alſo nichts iſt, was die Sphäre der Wirkſamkeit der urſprünglichen Anziehung jedes Theils der Materie irgendwo begrenzte, ſo erſtreckt ſie ſich über alle anzugebende Grenzen auf jede andere Materie, mithin im Weltraume ins Unendliche.

Die Möglichkeit eines in einem beſtimmten Grade erfüllten Raums muß alſo aus der urſprünglichen Anziehungskraft in Verbindung mit der ihr repulſiven Kraft abgeleitet werden können, und ſo würde der dynamiſche Begriff der Materie, als des beweglichen, das ſeinen Raum erfüllt, conſtruirt werden. Da aber hiezu ein Geſetz des Verhältniſſes, ſowohl der anziehenden, als repulſiven Kraft, erforderlich iſt, ſo iſt dieß nur eine reine mathematiſche Aufgabe, und gehört nicht mehr zur Metaphyſik.

Die Wirkung der allgemeinen Anziehung, welche alle Materie auf alle und in allen Entfernungen unmittelbar ausübt, heißt die Gravitation; die Bewegung, in der Richtung der größern Gravitation ſich zu bewegen, iſt die Schwere. Die Wirkung von der durchgängigen repulſiven Kraft der Theile jeder gegebenen Materie heißt dieſer ihre urſprüngliche Elaſticität. Dieſe alſo und die Schwere machen die einzigen a priori einzuſehenden allgemeinen Charaktere der Materie, jene innerlich, dieſe im äußern Verhältniſſe aus; denn auf den Gründen beyder beruht die Möglichkeit der Materie ſelbſt. Zuſammenhang, wenn er als die wechſelſeitige Anzie-

hung der Materie, die lediglich auf die Bedingung der Berührung eingeſchränkt iſt, erklärt wird, gehört nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt, und kann daher a priori als damit verbunden nicht erkannt werden. Dieſe Eigenſchaft würde alſo nicht metaphyſiſch, ſondern phyſiſch ſeyn.

Uebrigens fügt Kant noch eine kleine Vorerinnerung zum Behufe des Verſuchs einer ſolchen vielleicht möglichen Conſtruction der Materie bey.

1. Von einer jeden Kraft, welche in verſchiedenen Weiten unmittelbar wirkt, und in Anſehung des Grades, womit ſie auf einen jeden in gewiſſer Weite gegebenen Punkt bewegende Kraft ausübt, nur durch die Größe des Raums, in welchen ſie ſich ausbreiten muß, um auf jenen Punkt zu wirken, eingeſchränkt wird, kann man ſagen: daß ſie in allen Räumen, in die ſie ſich verbreitet, ſo klein oder groß ſie auch ſeyn mögen, immer ein gleiches Quantum ausmache, daß aber der Grad ihrer Wirkung auf jenen Punkt in dieſem Raume jederzeit im umgekehrten Verhältniß des Raums ſtehe, in welchen ſie ſich hat verbreiten müſſen, um auf ihn wirken zu können. So breitet ſich z. B. von einem leuchtenden Punkte das Licht allerwärts in Kugelflächen aus, die mit den Quadraten der Entfernung immer wachſen, und das Quantum der Erleuchtung iſt in allen dieſen ins Unendliche größeren Kugelflächen im Ganzen immer daſſelbe, woraus aber folgt: daß ein in dieſer Kugelfläche angenommener gleicher Theil dem Grade nach deſto weniger erleuchtet ſeyn müſſe, als jene Fläche der Verbreitung eben deſſelben Lichtquantums größer iſt, und ſo bey allen andern Kräften und Geſetzen, nach welchen ſie ſich entweder in Flächen, oder auch kör-

körperlichen Raum, verbreiten müſſen, um ihrer Natur nach auf entfernte Gegenſtände zu wirken. Es iſt beſſer, die Verbreitung einer bewegenden Kraft aus einem Punkt in alle Weiten ſo vorzuſtellen, als auf die gewöhnliche Art, wie es unter andern in der Optik geſchieht, durch von einem Mittelpunkt aus einander laufende Zirkelſtrahlen. Denn da auf ſolche Art gezogene Linien niemals den Raum, durch den ſie gehen, und alſo auch nicht die Fläche, auf die ſie treffen, füllen können, ſo viel deren auch gezogen oder angelegt werden, welches die unvermeidliche Folge ihrer Divergenz iſt, ſo geben ſie nur zu beſchwerlichen Folgerungen, dieſe aber zu Hypotheſen Anlaß, die gar wohl vermieden werden könnten, wenn man bloß die Größe der ganzen Kugelfläche in Betrachtung zöge, die von derſelben Quantität Licht gleichförmig erleuchtet werden ſoll, und den Grad der Erleuchtung derſelben in jeder Stelle, wie natürlich, im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Größe zum Ganzen nimmt, und ſo bey aller anderer Verbreitung einer Kraft durch Räume von verſchiedener Größe.

2. Wenn die Kraft eine unmittelbare Anziehung in der Ferne iſt, ſo muß um deſto mehr die Richtungslinie der Anziehung nicht, als ob ſie von dem ziehenden Punkte wie Strahlen ausliefen, ſondern ſo wie ſie von allen Punkten der umgebenden Kugelfläche zum ziehenden Punkt zuſammenlaufen, vorgeſtellt werden. Denn ſelbſt die Richtungslinie der Bewegung zum Punkte hin, der die Urſache und Ziel derſelben iſt, giebt ſchon den terminus a quo an, von wo die Linien anfangen müſſen, nämlich von allen Punkten der Oberfläche, von dem ſie zum ziehenden Mittelpunkte und nicht umgekehrt ihre Richtung haben;

ben; denn jene Fläche beſtimmt allein die Menge der Linien, der Mittelpunkt läßt ſie unbeſtimmt.

3. Wenn die Kraft eine unmittelbare Zurückſtoßung iſt, wodurch ein Punkt einen Raum dynamiſch erfüllt; und es iſt die Frage, nach welchem Geſetze der unendlich kleinen Entfernungen eine urſprüngliche repulſive Kraft in verſchiedenen Entfernungen wirke: ſo kann man noch weniger dieſe Kraft durch divergirende Zurückſtoßungsſtrahlen aus dem angenommenen repellirenden Punkte vorſtellig machen, obgleich die Richtung der Bewegung ihn zum terminus a quo hat, weil der Raum, in welchem die Kraft verbreitet werden muß, um in der Entfernung zu wirken, ein körperlicher Raum iſt, der als erfüllt gedacht werden ſoll, und divergirende Strahlen aus einem Punkte die repellirende Kraft eines körperlichen erfüllten Raums unmöglich vorſtellig machen können: ſondern man würde die Zurückſtoßung, bey verſchiedenen unendlich kleinen Entfernungen dieſer einander treibenden Punkte, ſchlechterdings bloß im umgekehrten Verhältniſſe der körperlichen Räume, die jeder dieſer Punkte dynamiſch erfüllt, mithin des Würfels der Entfernungen derſelben von einander, ſchätzen, ohne ſie conſtruiren zu können.

4. Alſo würde die urſprüngliche Anziehung der Materie in umgekehrtem Verhältniß der Quadrate der Entfernung in alle Weiten, die urſprüngliche Zurückſtoßung in umgekehrtem Verhältniß der Würfel der unendlich kleinen Entfernungen wirken, und durch eine ſolche Wirkung und Gegenwirkung beyder Grundkräfte würde Materie von einem beſtimmten Grade der Erfüllung ihres Raums möglich ſeyn; weil, da die Zurückſtoßung bey Annäherung der Theile in größerm

ßerm Maaße wächſt, als die Anziehung die Grenze der Annäherung, über die durch gegebene Anziehung keine größere möglich iſt, mithin auch jener Grad der Zuſammendruckung beſtimmt iſt, der das Maaß der intenſiven Erfüllung des Raums ausmacht.

Kant bemerkt hiebey aber, daß er wohl die Schwierigkeit dieſer Erklärungsart ſehe, der Möglichkeit der Materie überhaupt, die darin beſteht, daß, wenn ein Punkt durch repulſive Kräfte unmittelbar keinen andern treiben kann, ohne zugleich den ganzen körperlichen Raum bis zu der gegebenen Entfernung durch ſeine Kraft zu erfüllen, dieſer alsdenn, wie zu folgen ſcheint, mehrere treibende Kräfte enthalten müßte, welches der Vorausſetzung widerſpricht, und oben unter dem Nahmen einer Sphäre der Zurückſtoßung des Einfachen im Raume widerlegt waren. Es ſey aber ein Unterſchied zwiſchen dem Begriffe eines wirklichen Raums, der gegeben werden kann, und der bloßen Idee von einem Raume, der lediglich zur Beſtimmung des Verhältniſſes gegebener Räume gedacht wird, aber in der That kein Raum iſt, zu machen. In dem angeführten Falle einer vermeinten phyſiſchen Monadologie ſollten es wirkliche Räume ſeyn, welche von einem Punkte dynamiſch, nämlich durch Zurückſtoßung, erfüllt wären; denn ſie exiſtirten, als Punkte, vor aller daraus möglichen Erzeugung der Materie, und beſtimmten durch die ihnen eigene Sphäre ihrer Wirkſamkeit den Theil des zu erfüllenden Raums, der ihnen angehören könnte. Daher könne in gedachter Hypotheſe die Materie auch nicht als ins Unendliche theilbar und als Quantum continuum angeſehen werden; denn die Theile, welche einander unmittelbar zurückſtoßen, haben doch eine beſtimm-

ſtimmte Entfernung von einander, (die Summe der Halbmeſſer der Sphäre ihrer Zurückſtoßung); dagegen, wenn man die Materie als ſtetige Größe betrachtet, ganz und gar keine Entfernung der einander unmittelbar zurückſtoßenden Theile ſtatt findet, folglich auch keine größer oder kleiner werdende Sphäre ihrer unmittelbaren Wirkſamkeit. Nun können ſich aber Materien ausdehnen, oder zuſammengedruckt werden, und da ſtellt man ſich eine Entfernung ihrer nächſten Theile vor, die da wachſen und abnehmen können. Weil aber die nächſten Theile einer ſtetigen Materie einander berühren, ſie mag nun weiter ausgedehnt oder zuſammengedruckt ſeyn, ſo denkt man ſich jene Entfernungen von einander als unendlich klein, und dieſen unendlich kleinen Raum als im größern oder kleinern Grade von ihrer Zurückſtoßungskraft erfüllt vor. Der unendlich kleine Zwiſchenraum iſt aber von der Berührung gar nicht verſchieden, alſo nur die Idee vom Raume, die dazu dient, um die Erweiterung einer Materie, als ſtetiger Größe, anſchaulich zu machen, ob ſie zwar wirklich ſo gar nicht begriffen werden kann. Wenn es alſo heißt, die zurückſtoßenden Kräfte der einander unmittelbar treibenden Theile der Materie ſtehen im umgekehrten Verhältniſſe der Würfel ihrer Entfernungen, ſo bedeutet das nur: ſie ſtehen im umgekehrten Verhältniſſe der körperlichen Räume, die man ſich zwiſchen Theilen denkt, die einander dennoch unmittelbar berühren, und deren Entfernung eben darum unendlich klein genannt werden muß, damit ſie von aller wirklichen Entfernung unterſchieden werde. Man muß daher aus den Schwierigkeiten der Conſtruction eines Begriffs, oder vielmehr aus der Mißdeutung derſelben, keinen Einwurf wider den Begriff ſelbſt

machen;

machen; denn ſonſt würde er die mathematiſche Darſtellung der Proportion, mit welcher die Anziehung in verſchiedenen Entfernungen geſchieht, eben ſo wohl, als diejenigen, wodurch ein jeder Punkt in einem ſich ausdehnenden oder zuſammengedruckten Ganzen von Materie den andern unmittelbar zurückſtößt, treffen. Das allgemeine Geſetz der Dynamik würde in beyden Fällen dieſes ſeyn: die Wirkung der bewegenden Kraft, die von einem Punkte auf jeden andern außer ihm ausgeübt wird, verhält ſich umgekehrt wie der Raum, in welchem daſſelbe Quantum der bewegenden Kraft ſich hat ausbreiten müſſen, um auf dieſen Punkt unmittelbar in der beſtimmten Entfernung zu wirken.

Endlich fügt Kant noch eine allgemeine Anmerkung zur Dynamik hinzu, aus welcher das weſentlichſte angeführt zu werden verdient, beſonders da ſie Begriffe enthält, die weit beſtimmter als die vormaligen, und nun von den meiſten Phyſikern angenommen ſind. Aus der bisherigen Erörterung der Eigenſchaften der Materie folgt, daß der Raum, wenn man es nöthig finden ſollte, auch ohne leere Zwiſchenräume innerhalb der Materie auszuſtreuen, allenfalls durchgängig und gleichwohl in verſchiedenem Grade erfüllt angenommen werden könne. Denn es kann nach dem verſchiedenen Grade der repulſiven Kräfte, auf welchen die erſte Eigenſchaft der Materie, nämlich die, einen Raum zu erfüllen, beruht, ihr Verhältniß zur urſprünglichen Anziehung (es ſey einer jeden Materie für ſich ſelbſt, oder zur vereinigten Anziehung aller Materie des Univerſums) unendlich verſchieden gedacht werden, weil die Anziehung auf der Menge der Materie in einem gegebenen Raume

me beruht, da hingegen die expanſive Kraft derſelben auf dem Grade ihn zu erfüllen, der ſpecifiſch ſehr verſchieden ſeyn kann; wovon der allgemeine Grund dieſer iſt, daß durch wahre Anziehung alle Theile der Materie unmittelbar auf alle Theile der andern, durch expanſive Kraft aber nur auf die in der Berührungsfläche wirken, wobey es einerley iſt, ob hinter dieſer viel oder wenig von dieſer Materie angetroffen werde. Hieraus allein entſpringt nun ſchon ein großer Vortheil für die Naturwiſſenſchaft, weil ihr dadurch die Laſt abgenommen wird, aus dem Vollen und Leeren eine Welt bloß nach der Phantaſie zu zimmern, vielmehr alle Räume voll und doch in verſchiedenem Maaße erfüllt gedacht werden können, wodurch der leere Raum wenigſtens ſeine Nothwendigkeit verliert, und auf den Werth einer Hypotheſe zurückgeſetzt wird, da er ſonſt, unter dem Vorwande einer zur Erklärung der verſchiedenen Grade der Erfüllung des Raums nothwendigen Bedingung, ſich des Titels eines Grundſatzes anmaaßen konnte.

Bey alle dem iſt der Vortheil einer hier methodiſch gebrauchten Metaphyſik, in Abſtellung ebenfalls metaphyſiſcher, aber nicht auf die Probe der Critik gebrachter Principien, bloß negativ. Indirekt wird gleichwohl dadurch dem Naturforſcher ſein Feld erweitert; weil die Bedingungen, durch die er es ſelbſt vorher einſchränkte, und wodurch alle urſprüngliche Bewegungskräfte wegphiloſophirt wurden, jetzt ihre Gültigkeit verlieren. Man hüte ſich aber, über das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinaus zu gehen, und die beſondere oder ſogar ſpecifiſche Beſtimmung und Verſchie-

ſchiedenheit derſelben a priori erklären zu wollen. Der Begriff der Materie wird auf lauter bewegende Kräfte zurückgeführt, welches auch nicht anders zu erwarten war, weil im Raume keine Thätigkeit, keine Veränderung, ſondern bloß Bewegung gedacht werden kann. Allein wer will die Möglichkeit der Grundkräfte einſehen? ſie können nur angenommen werden, wenn ſie zu einem Begriff, von dem es erweislich iſt, daß er ein Grundbegriff ſey, der von keinem andern weiter abgeleitet werden kann, unvermeidlich gehören, und dieſes ſind Zurückſtoßungs- und ihnen entgegenwirkende Anziehungskräfte überhaupt. Von deren Verknüpfung und Folgen kann man allenfalls a priori noch wohl urtheilen, welche Verhältniſſe derſelben unter einander man ſich, ohne ſich ſelbſt zu widerſprechen, denken könne, aber ſich darum doch nicht anmaaßen, eine derſelben als wirklich anzunehmen, weil zur Befugniß, eine Hypotheſe zu errichten, unnachläßlich erfordert wird, daß die Möglichkeit deſſen, was man annimmt, völlig gewiß ſey; bey Grundkräften aber die Möglichkeit derſelben niemals eingeſehen werden kann. Und hierin hat ohne Zweifel die mathematiſch-mechaniſche Erklärungsart über die metaphyſiſch-dynamiſche einen Vortheil, der ihr nicht abgewonnen werden kann, nämlich aus einem durchgehends gleichartigen Stoffe, durch die mannichfaltige Geſtalt der Theile, vermittelſt eingeſtreueter leerer Zwiſchenräume, eine große ſpecifiſche Mannichfaltigkeit der Materien, ſowohl ihrer Dichtigkeit als Wirkungsart nach, (wenn fremde Kräfte hinzukommen) zu Stande zu bringen. Denn die Möglichkeit der Geſtalten ſowohl als der leeren Zwiſchenräume läßt ſich mit mathematiſcher Evidenz darthun; dagegen, wenn der Stoff ſelbſt in Grundkräfte aufgelößt wird (deren

Geſetze a priori zu beſtimmen, noch weniger aber eine Mannichfaltigkeit derſelben, welche zu Erklärung der ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materie zureichte, zuverläſſig anzugeben, wir nicht im Stande ſind), uns alle Mittel abgehen, dieſen Begriff der Materie zu conſtruiren, und in der Anſchauung als möglich darzuſtellen. Aber jenen Vortheil büßt dagegen eine bloß mathematiſche Phyſik auf der andern Seite doppelt ein, indem ſie erſtlich einen leeren Begriff (der abſoluten Undurchdringlichkeit) zum Grunde legen, zweytens alle der Materie eigene Kräfte aufgeben muß, und überdem noch mit ihren urſprünglichen Configurationen des Grundſtoffs und Einſtreuung der leeren Räume, nachdem es das Bedürfniß zu Erklären erfordert, der Einbildungskraft im Felde der Philoſophie mehr Freyheit, ja gar rechtmäßigen Anſpruch verſtatten muß, als ſich wohl mit der Behutſamkeit der letztern zuſammenreimen läßt.

Was nun die Hauptmomente betrifft, worauf ſich die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie insgeſammt a priori bringen laſſen muß, ſo hat Kant dieſe auf folgende Art dargeſtellt, und zugleich zwiſchen den Erklärungen Anmerkungen hineingeſchoben, welche die Anwendung derſelben erläutern.

1. Ein Körper, in phyſiſcher Bedeutung, iſt eine Materie zwiſchen beſtimmten Grenzen (die alſo eine Figur hat). Der Raum zwiſchen dieſen Grenzen, ſeiner Größe nach betrachtet, iſt der Raumesinhalt. Der Grad der Erfüllung eines Raums von beſtimmtem Inhalt heißt Dichtigkeit. Sonſt wird der Ausdruck dicht auch abſolut gebraucht für das, was nicht hohl (blaſigt, löchericht) iſt. In dieſer Bedeutung giebt es eine abſolute Dichtigkeit in dem

Syſtem

Syſtem der abſoluten Undurchdringlichkeit, und zwar, wenn eine Materie gar keine leere Zwiſchenräume enthält. Nach dieſem Begriffe von Erfüllung des Raums ſtellt man, wie bekannt, Vergleichungen an, und nennt eine Materie dichter als die andere, die weniger Leeres in ſich enthält, bis endlich die, in der kein Theil des Raums leer iſt, vollkommen dicht heißt. Des letztern Ausdrucks kann man ſich nur nach dem bloß mathematiſchen Begriffe der Materie bedienen, allein im dynamiſchen Syſteme einer bloß relativen Undurchdringlichkeit giebt es kein Maximum oder Minimum der Dichtigkeit, und gleichwohl kann jede noch ſo dünne Materie doch völlig dicht heißen, wenn ſie ihren Raum ganz erfüllt, ohne leere Zwiſchenräume zu enthalten, mithin ein Continuum, nicht ein Interruptum iſt; allein ſie iſt doch in Vergleichung mit einer andern weniger dicht, in dynamiſcher Bedeutung, wenn ſie ihren Raum zwar ganz, aber nicht in gleichem Grade erfüllt. Allein auch in dem letztern Syſtem iſt es unſchicklich, ſich ein Verhältniß der Materien ihrer Dichtigkeit nach zu denken, wenn man ſie ſich nicht unter einander als ſpecifiſch gleichartig vorſtellt, ſo daß eine aus der andern durch bloße Zuſammendruckung erzeugt werden kann. Da nun das letztere nicht eben nothwendig zur Natur aller Materie an ſich erforderlich zu ſeyn ſcheint, ſo kann zwiſchen ungleichartigen Materien keine Vergleichung in Anſehung ihrer Dichtigkeit füglich ſtatt finden, z. B. zwiſchen Waſſer und Queckſilber, ob es gleich im Gebrauche iſt.

2. Anziehung, ſo fern ſie bloß als in der Berührung wirkſam gedacht wird, heißt Zuſammenhang. Zwar thue man, bemerkt Kant, durch ſehr gute Ver-

Verſuche dar, daß dieſelbe Kraft, die in der Berüh-
rung Zuſammenhang heißt, auch in ſehr kleiner Ent-
fernung wirkſam befunden werde; allein die Anzie-
hung heißt doch nur Zuſammenhang, ſo fern man ſie
bloß in der Berührung denkt, der gemeinen Erfah-
rung gemäß, bey welcher ſie in kleinen Entfernungen
kaum wahrgenommen wird. Zuſammenhang wird ge-
meinhin für eine ganz allgemeine Eigenſchaft der Ma-
terie angenommen, nicht, als ob man zu ihr ſchon
durch den Begriff einer Materie geleitet würde, ſon-
dern weil die Erfahrung ſie allerwärts darthut. Al-
lein dieſe Allgemeinheit muß nicht collectiv verſtanden
werden, als ob jede Materie durch dieſe Art der An-
ziehung auf jede andere im Weltraume zugleich wirk-
te (dergleichen die der Gravitation iſt), ſondern bloß
disjunktiv, nämlich auf eine oder die andere, von
welcher Art Materien ſie auch ſeyn mag, die mit ihr
in Berührung kommt. Um deswillen, und da dieſe
Anziehung, wie verſchiedene Beweisgründe es dar-
thun können, nicht durchdringend, ſondern nur Flä-
chenkraft iſt, da ſie ſich ſelbſt als ſolche nicht einmal
allerwärts nach der Dichtigkeit richtet, da zur
völligen Stärke des Zuſammenhanges ein vorherge-
hender Zuſtand der Flüſſigkeit der Materien und der
nachmaligen Erſtarrung derſelben erforderlich iſt, und
die allergenaueſte Berührung gebrochener feſter Mate-
rien in eben denſelben Flächen, mit denen ſie vorher
ſo ſtark zuſammenhiengen, z. B. eines Spiegelglaſes,
das einen Riß hat, dennoch bey weitem den Grad
der Anziehung nicht mehr verſtattet, den es von ſei-
ner Erſtarrung nach dem Fluſſe vorher hatte, ſo hält
Kant dieſe Attraction in der Berührung für keine
Grundkraft der Materie, ſondern für eine nur abgelei-
tete. Eine Materie, deren Theile, ohnerachtet ihres

noch

noch ſo ſtarken Zuſammenhanges unter einander, dennoch von jeder noch ſo kleinen bewegenden Kraft an einander verſchoben werden können, iſt flüſſig. Theile einer Materie werden aber an einander verſchoben, wenn ſie, ohne das Quantum der Berührung zu vermindern, nur genöthigt werden, dieſe unter einander zu verwechſeln. Theile, mithin auch Materien, werden getrennt, wenn die Berührung mit andern nicht bloß verwechſelt, ſondern aufgehoben, oder ihr Quantum vermindert wird. Ein feſter (beſſer ein ſtarrer) Körper (corpus rigidum) iſt derjenige, deſſen Theile nicht durch jede Kraft an einander verſchoben werden können. Das Hinderniß des Verſchiebens der Materien an einander iſt die Reibung. Der Widerſtand gegen die Trennung ſich berührender Materien iſt der Zuſammenhang. Flüſſige Materien erleiden alſo in ihrer Theilung keine Reibung, ſondern, wo dieſe angetroffen wird, werden die Materien als ſtarr, in größerm oder geringerm Grade, wovon der letzte Klebrichkeit heißt, wenigſtens ihren kleinern Theilen nach, angenommen. Der ſtarre Körper iſt ſpröde, wenn ſeine Theile an einander nicht verſchoben werden können, ohne zu reißen, mithin wenn der Zuſammenhang derſelben nicht kann verändert werden, ohne zugleich aufgehoben zu werden. Kant bemerkt ganz richtig, daß man ſehr irrig den Unterſchied der flüſſigen und feſten Materien in dem verſchiedenen Grade des Zuſammenhanges ihrer Theile ſetzt. Denn, um eine Materie flüſſig nennen zu können, kommt es nicht auf den Grad des Widerſtandes an, den ſie dem Zerreißen, ſondern nur dem Verſchieben ihrer Theile an einander entgegenſetzt. Jener kann ſo groß ſeyn als man will, ſo iſt doch dieſer jederzeit in einer flüſſigen Materie = 0. Man betrach-

te einen Tropfen Waſſer. Wenn ein Theilchen innerhalb demſelben durch eine noch ſo große Anziehung der Nebentheile, die es berühren, nach der einen Seite gezogen wird, ſo wird eben daſſelbe doch auch gerade eben ſo viel nach der entgegengeſetzten gezogen, und da die Anziehungen ihre Wirkungen gegenſeitig aufheben, ſo iſt das Theilchen eben ſo leicht beweglich, als ob es im leeren Raume ſich befände, nämlich die Kraft, die es bewegen ſoll, hat keinen Zuſammenhang zu überwinden, ſondern nur die ſo genannte Trägheit, die ſie bey aller Materie, wenn ſie gleich mit nichts zuſammenhienge, überwinden müßte. Daher wird ein kleines mikroſkopiſches Thierchen ſich ſo leicht darin bewegen, als ob gar kein Zuſammenhang zu trennen wäre. Denn es hat wirklich keinen Zuſammenhang des Waſſers aufzuheben und die Berührung deſſelben unter ſich zu vermindern, ſondern nur zu verändern. Denkt man ſich aber eben dieſes Thierchen, als ob es ſich durch die äußere Oberfläche des Tropfens durcharbeiten wollte, ſo iſt erſtlich zu merken, daß die wechſelſeitige Anziehung der Theile dieſes Waſſerklümpchens es macht, daß ſie ſich ſo lange bewegen, bis ſie in die größte Berührung unter einander, mithin in die kleinſte Berührung mit dem leeren Raum gekommen ſind, d. i. eine Kugelgeſtalt gebildet haben. Wenn nun das genannte Inſekt ſich über die Oberfläche des Tropfens hinaus zu arbeiten beſtrebt, ſo muß es die Kugelgeſtalt verändern, folglich mehr Berührung des Waſſers mit dem leeren Raum und alſo auch weniger Berührung der Theile deſſelben unter einander bewirken, d. i. ihren Zuſammenhang vermindern, und da widerſteht ihm das Waſſer allererſt durch ſeinen Zuſammenhang, aber nicht innerhalb dem Tropfen, wo die Berührung der

Thei-

Theile unter einander gar nicht vermindert, ſondern nur in die Berührung mit andern Theilen verändert wird, mithin dieſe nicht im mindeſten getrennt, ſondern nur verſchoben werden. Auch kann man auf das mikroſkopiſche Thierchen und zwar aus ähnlichen Gründen anwenden, was Newton vom Lichtſtrahl ſagt, daß er nicht durch die dichte Materie, ſondern nur durch den leeren Raum zurückgeſchlagen werde. Es iſt alſo klar, daß die Vergrößerung des Zuſammenhanges der Theile einer Materie ihrer Flüſſigkeit nicht den mindeſten Abbruch thue. Waſſer hängt in ſeinen Theilen weit ſtärker zuſammen, als man gemeiniglich glaubt, wenn man ſich auf den Verſuch einer von der Oberfläche des Waſſers losgeriſſenen Platte verläßt, welcher nichts entſcheidet, weil hier das Waſſer nicht in der ganzen Fläche der erſten Berührung, ſondern in einer viel kleinern reißt, zu welcher es nämlich durch das Verſchieben ſeiner Theile endlich gelangt iſt, wie etwa ein Stab von weichem Wachs ſich durch ein angehängtes Gewicht erſtlich dünner ziehen läßt, und alsdann in einer weit kleinern Fläche reiſſen muß, als man anfänglich annahm. Was aber in Anſehung des gegebenen Begriffs der Flüſſigkeit ganz entſcheidend iſt, iſt dieſes: daß flüſſige Materien auch als ſolche erklärt werden können, wovon jeder Punkt nach allen Directionen mit eben derſelben Kraft ſich zu bewegen trachtet, mit welcher er nach irgend einer gedrückt wird; eine Eigenſchaft, auf der das erſte Geſetz der Hydrodynamik beruht, die aber einer Anhäufung von glatten und dabey feſten Körperchen, wie eine ganz leichte Auflöſung ihres Drucks nach Geſetzen der zuſammengeſetzten Bewegung zeigen kann, niemals beygelegt werden kann, und dadurch die Originalität der Eigenſchaft der Flüſ-

ſigkeit beweißt. Würde nun die flüſſige Materie das geringſte Hinderniß des Verſchiebens, mithin auch nur die kleinſte Reibung erleiden, ſo würde dieſe mit der Stärke des Drucks, womit die Theile derſelben an einander gepreßt werden, wachſen, und endlich ein Druck ſtatt finden, bey welchem die Theile der Materie ſich nicht an einander durch jede kleine Kraft verſchieben laſſen, z. B. in einer gebogenen Röhre von zwey Schenkeln, wovon der eine ſo weit, der andere ſo eng ſeyn mag, als man will, — nur daß er nicht ein Haarröhrchen iſt — ſo würde, wenn man ſich beyde Schenkel einige hundert Fuß hoch denkt, die flüſſige Materie in der engen eben ſo hoch ſtehen, als in der weiten, nach Geſetzen der Hydroſtatik. Weil aber der Druck auf den Boden der Röhren und alſo auch auf den Theil, der beyde in Gemeinſchaft ſtehende Röhren verbindet, in Proportion der Höhen ins Unendliche immer größer gedacht werden kann, ſo müßte, wenn die geringſte Reibung zwiſchen den Theilen des Flüſſigen ſtatt fände, eine Höhe der Röhren gefunden werden können, bey der eine kleine Quantität Waſſer in die engere Röhre gegoſſen, das Waſſer in der weitern nicht aus ſeiner Lage rucken, mithin die Waſſerſäule in dieſer höher zu ſtehen kommen würde, als in jener, weil ſich die untern Theile, bey ſo großem Drucke derſelben gegen einander, nicht mehr durch eine ſo kleine bewegende Kraft, als das zugeſetzte Gewicht Waſſer iſt, verſchieben ließen, welches der Erfahrung und ſelbſt dem Begriffe des Flüſſigen zuwider iſt. Eben daſſelbe gilt, wenn man ſtatt des Drucks durch die Schwere den Zuſammenhang der Theile ſetzt, er mag ſo groß ſeyn wie er will. Die angeführte zweyte Erklärung der Flüſſigkeit, worauf das Grundgeſetz der Hydroſtatik beruht,

näm-

nämlich daß ſie die Eigenſchaft einer Materie ſey, da ein jeder Theil derſelben ſich nach allen Seiten mit eben derſelben Kraft zu bewegen beſtrebt, womit er in einer gegebenen Richtung gedruckt wird, folgt aus der erſten Erklärung, wenn man damit den Grundſatz der allgemeinen Dynamik verbindet, daß alle Materie urſprünglich elaſtiſch ſey, da denn dieſe nach jeder Seite des Raums, worin ſie zuſammengedruckt iſt, mit derſelben Kraft ſich zu erweitern, d. i. ſich zu bewegen beſtrebt ſeyn muß, womit der Druck in einer jeden Richtung, welche es auch ſey, geſchieht. Alſo ſind es eigentlich nur die ſtarren Materien, (deren Möglichkeit noch außer dem Zuſammenhange der Theile eines andern Erklärungsgrundes bedarf), denen man Reibung beylegen darf, und die Richtung ſetzt ſchon die Eigenſchaft der Rigidität voraus. Warum aber gewiſſe Materien, ob ſie gleich vielleicht keine größere, vielleicht wohl gar eine kleinere Kraft des Zuſammenhanges haben, als andere flüſſige, dennoch dem Verſchieben der Theile ſo mächtig widerſtehen, und daher nicht anders, als durch Aufhebung des Zuſammenhanges aller Theile in einer gegebenen Fläche zugleich ſich trennen laſſen, welches denn den Schein eines vorzüglichen Zuſammenhanges giebt, wie alſo ſtarre Körper möglich ſeyn, das iſt immer noch ein unaufgelößtes Problem.

3. Elaſticität (Springkraft) iſt das Vermögen einer Materie, ihre durch eine andere bewegende Kraft veränderte Größe oder Geſtalt, bey Nachlaſſung derſelben, wiederum anzunehmen. Sie iſt entweder expanſive oder attractive Elaſticität; jene, um nach der Zuſammendruckung das vorige größere, dieſe, um nach der Ausdehnung das vorige kleinere

Volumen anzunehmen. Die attractive Elaſticität iſt abgeleitet. Ein eiſerner Drath, durch angehängte Gewichte gedehnt, ſpringt, wenn man das Band abſchneidet, in ſein Volumen zurück. Vermöge derſelben Attraction, die die Urſache ſeines Zuſammenhanges iſt, oder bey flüſſigen Materien, wenn die Wärme dem Queckſilber entzogen würde, würde die Materie deſſelben eilen, das vorige kleinere Volumen wieder anzunehmen. Die Elaſticität, welche bloß in Herſtellung der vorigen Figur beſteht, iſt jederzeit attractiv, wie an einer gebogenen Degenklinge, da die Theile, auf der convexen Fläche aus einander gezerrt, ihre vorige Nahheit anzunehmen trachten, und ſo kann auch ein kleiner Tropfen Queckſilber elaſtiſch genannt werden. Aber die expanſive Elaſticität kann eine urſprüngliche, ſie kann aber auch eine abgeleitete ſeyn. So hat die Luft eine abgeleitete Elaſticität vermittelſt der Materie der Wärme, welche mit ihr innigſt vereinigt iſt, und deren Elaſticität vielleicht urſprünglich iſt.

4. Die Wirkung bewegter Körper auf einander durch Mittheilung ihrer Bewegung heißt mechaniſch; die der Materie aber, ſo fern ſie auch in Ruhe durch eigene Kräfte wechſelſeitig die Verbindung ihrer Theile verändert, heißt chemiſch. Dieſer chemiſche Einfluß heißt Auflöſung, ſo fern er die Trennung der Theile einer Materie zur Wirkung hat; derjenige aber, der die Abſonderung zweyer durch einander aufgelößten Materien zur Wirkung hat, heißt die Scheidung. Die Auflöſung ſpecifiſch verſchiedener Materien durch einander, worin kein Theil der einen angetroffen wird, der nicht mit einem Theil der andern von ihr ſpecifiſch verſchiedenen in derſelben Propor-

tion, wie die Ganzen, vereinigt wäre, iſt die abſolute Auflöſung, und kann auch die chemiſche Durchdringung genannt werden. Hier entſteht nun die Frage, ob ſich wirklich eine ſolche chemiſche Durchdringung gedenken laſſe? Es iſt offenbar, daß, ſo lange die Theile einer aufgelößten Materie noch Klümpchen ſind, nicht minder eine Auflöſung derſelben möglich ſey, als von den größern, ja daß dieſe wirklich ſo lange fortgehen müſſe, wenn die auflöſende Kraft bleibt, bis kein Theil mehr da iſt, der nicht aus dem Auflöſungsmittel und der aufzulöſenden Materie in der Proportion, worin beyde zu einander im Ganzen ſtehen, zuſammengeſetzt wäre. Weil alſo in ſolchem Falle kein Theil von dem Volumen der Auflöſung ſeyn kann, der nicht einen Theil des auflöſenden Mittels enthielte, ſo muß dieſes, als ein Continuum, das Volumen ganz erfüllen. Eben ſo, weil kein Theil eben deſſelben Volumens der Solution ſeyn kann, der nicht einen proportionirten Theil der aufgelößten Materie enthielte, ſo muß dieſe auch als Continuum den ganzen Raum, der das Volumen der Miſchung ausmacht, erfüllen. Wenn aber zwey Materien, und zwar jede derſelben ganz, einen und denſelben Raum erfüllen, ſo durchdringen ſie einander. Alſo würde eine vollkommene chemiſche Auflöſung eine Durchdringung der Materien ſeyn, welche dennoch von der mechaniſchen gänzlich verſchieden wäre, indem bey der letztern gedacht wird, daß bey der größern Annäherung bewegter Materien die repulſive Kraft der einen die der andern gänzlich überwiegen, und eine, oder beyde ihre Ausdehnung auf nichts bringen könne; da hingegen hier die Ausdehnung bleibt, nur daß die Materien nicht außer einander, ſondern in einander d. i. durch Intusſuſception zu-

ſam-

ſammen einen der Summe ihrer Dichtigkeit gemäßen Raum einnehmen. Gegen die Möglichkeit dieſer vollkommenen Auflöſung iſt ſchwerlich etwas einzuwenden, obgleich ſie eine vollendete Theilung ins Unendliche enthält, die in dieſem Falle doch keinen Widerſpruch in ſich faßt, weil die Auflöſung eine Zeit hindurch continuirlich, mithin gleichfalls durch eine unendliche Reihe Augenblicke mit Acceleration geſchieht, überdem durch die Theilung die Summe der Oberflächen der noch zu theilenden Materien wachſen, und, da die Kraft continuirlich wirkt, die gänzliche Auflöſung in einer anzugebenden Zeit vollendet werden kann. Die Unbegreiflichkeit einer ſolchen chemiſchen Durchdringung zweyer Materien iſt auf die Rechnung der Unbegreiflichkeit der Theilbarkeit eines Continuum überhaupt ins Unendliche zu ſchreiben. Geht man von dieſer vollſtändigen Auflöſung ab, ſo muß man annehmen, ſie gienge nur bis zu gewiſſen kleinen Klumpen der aufzulöſenden Materien, die in dem Auflöſungsmittel in geſetzten Weiten von einander ſchwimmen, ohne daß man den mindeſten Grund angeben kann, warum dieſe Klümpchen, da ſie doch immer theilbare Materie ſind, nicht gleichfalls aufgelößt werden. Denn daß das Auflöſungsmittel nicht weiter wirke, mag immer in der Natur, ſo weit Erfahrung reicht, ſeine gute Richtigkeit haben; es iſt hier aber nur die Rede von der Möglichkeit einer auflöſenden Kraft, die auch dieſes Klümpchen und ſo ferner jedes andere, was noch übrig bleibt, auflöſe, bis die Solution vollendet iſt. Das Volumen, was die Auflöſung einnimmt, kann der Summe der Räume, die die einander auflöſenden Materien vor der Miſchung einnehmen, gleich, oder kleiner, oder auch größer ſeyn, je nachdem die anziehenden Kräfte

gegen

gegen die Zurückſtoßungen in Verhältniß ſtehen. Sie machen in der Auflöſung jedes für ſich und beyde vereinigt ein elaſtiſches Medium aus. Dieſes kann auch allein einen hinreichenden Grund abgeben, warum die aufgelößte Materie ſich durch ihre Schwere nicht wiederum vom auflöſenden Mittel ſcheidet. Denn die Anziehung des letztern, da ſie nach allen Seiten gleich ſtark geſchieht, hebt ihren Widerſtand ſelbſt auf, und eine gewiſſe Klebrichkeit im Flüſſigen anzunehmen, ſtimmt auch gar nicht mit der großen Kraft überein, die dergleichen aufgelöſete Materien, z. B. die Säuren mit Waſſer verdünnt, auf metalliſche Körper ausüben, an die ſie ſich nicht bloß anlegen, wie es geſchehen müßte, wenn ſie bloß in ihrem Medium ſchwämmen, ſondern die ſie mit großer Anziehungskraft von einander trennen, und im ganzen Raume des Vehikels verbreiten. Geſetzt auch, daß die Kunſt keine chemiſche Auflöſungskräfte dieſer Art, die eine vollſtändige Auflöſung bewirkten, in ihrer Gewalt hätte, ſo könnte doch vielleicht die Natur ſie in ihren vegetabiliſchen und animaliſchen Operationen beweiſen, und dadurch vielleicht Materien erzeugen, die, ob ſie zwar gemiſcht ſind, doch keine Kunſt wiederum ſcheiden kann. Dieſe chemiſche Durchdringung könnte auch ſelbſt da angetroffen werden, wo die eine von beyden Materien durch die andere eben nicht zertrennt und im buchſtäblichen Sinne aufgelößt wird, ſo wie etwa der Wärmeſtoff die Körper durchdringt, da, wenn er ſich nur in leere Zwiſchenräume derſelben vertheilte, die feſte Subſtanz ſelbſt kalt bleiben würde, weil dieſe von ihm nichts einnehmen könnte.

Was nun das Verfahren in der Naturwiſſenſchaft in Anſehung der vornehmſten aller ihrer Aufgaben,

gaben, nämlich der Erklärung einer ins Unendliche möglichen ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materien betrifft, ſo kann man nach Kants Bemerkung nur zwey Wege einſchlagen: den mechaniſchen, durch die Verbindung des Abſolutvollen mit dem Abſolutleeren, oder einen ihm entgegengeſetzten dynamiſchen Weg, durch die bloße Verſchiedenheit in der Verbindung der urſprünglichen Kräfte der Zurückſtoßung und Anziehung alle Verſchiedenheiten der Materien zu erklären. Die vornehmſte Beglaubigung des erſten Syſtems beruht auf der vorgeblich unvermeidlichen Nothwendigkeit, zum ſpecifiſchen Unterſchiede der Dichtigkeit der Materien leere Räume zu brauchen, die man innerhalb der Materien und zwiſchen jenen Partikeln vertheilt annahm, in einer Proportion, wie man ſie nöthig fand und zum Behuf einiger Erſcheinungen gar ſo groß, daß der erfüllte Theil des Volumens, auch der dichteſten Materie, gegen den leeren beynahe für nichts zu halten iſt. Um nun eine dynamiſche Erklärungsart einzuführen, iſt es gar nicht nöthig, neue Hypotheſen aufzuſtellen, ſondern allein das Poſtulat der bloß mechaniſchen Erklärungsart: daß es unmöglich ſey, ſich einen ſpecifiſchen Unterſchied der Dichtigkeit der Materien ohne Beymiſchung leerer Räume zu denken, durch die bloße Anführung einer Art, wie er ſich ohne Widerſpruch denken laſſe, zu widerlegen. Denn wenn das gedachte Poſtulat, worauf die bloß mechaniſche Erklärungsart fußt, nur erſt als Grundſatz für ungültig erklärt wird, ſo verſteht es ſich von ſelbſt, daß man es als Hypotheſe in der Naturwiſſenſchaft nicht aufnehmen müſſe, ſo lange noch eine Möglichkeit übrig bleibt, ſich den ſpecifiſchen Unterſchied der Dichtigkeiten auch ohne alle leere Zwiſchenräume zu denken. Dieſe Nothwendigkeit

keit aber beruht darauf, daß die Materie nicht durch abſolute Undurchdringlichkeit ihren Raum erfüllt, ſondern durch repulſive Kraft, die ihren Grad hat, der in verſchiedenen Materien verſchieden ſeyn kann, und der, da er für ſich nichts mit der Anziehungskraft, welche der Quantität der Materie gemäß iſt, gemein hat, bey einerley Anziehungskraft in verſchiedenen Materien dem Grade nach urſprünglich verſchieden ſeyn kann, folglich auch der Grad der Ausdehnung dieſer Materien bey derſelben Quantität der Materie, und umgekehrt die Quantität der Materie bey demſelben Volumen, d. i. die Dichtigkeit derſelben, urſprünglich gar große ſpecifiſche Verſchiedenheiten zulaſſe. Auf dieſe Art wird man es nicht unmöglich finden, ſich eine Materie zu denken, die ihren Raum ohne alles Leere ganz erfüllte, und doch mit ohne Vergleichung geringerer Quantität der Materie unter gleichem Volumen, als alle Körper, die wir unſern Verſuchen unterwerfen können. Dieß iſt auch das einzige, was man bloß annimmt, weil es ſich denken läßt, nur zum Widerſpiel einer Hypotheſe, die ſich allein auf das Vorgeben ſtützt, daß ſich dergleichen ohne leere Räume nicht denken laſſe. Denn außer dieſem darf irgend ein Geſetz weder der anziehenden noch zurückſtoßenden Kraft nicht auf Muthmaßungen a priori gewagt, ſondern alles, ſelbſt die gemeine Attraction, als Urſache des Schweren, muß ſammt ihrem Geſetze aus Datis der Erfahrung geſchloſſen werden. Noch weniger wird dergleichen bey den chemiſchen Verwandtſchaften anders, als durch den Weg des Experiments verſucht werden dürfen. Denn es iſt überhaupt über den Geſichtskreis unſerer Vernunft gelegen, urſprüngliche Kräfte a priori ihrer Möglichkeit nach einzuſehen, vielmehr beſteht

alle

alle Naturphiloſophie in der Zurückführung gegebener, dem Anſcheine nach verſchiedener Kräfte auf eine geringere Zahl Kräfte und Vermögen, die zu Erklärung der Wirkungen der erſten zulangen, welche Reduction aber nur bis zu Grundkräften fortgeht, über die unſere Vernunft nicht hinaus kann. Und ſo iſt Naturforſchung der Metaphyſik hinter dem, was dem empiriſchen Begriffe der Materie zum Grunde liegt, nur zu der Abſicht nützlich, die Naturphiloſophie, ſo weit als es immer möglich iſt, auf die Erforſchung der dynamiſchen Erklärungsgründe zu leiten, weil dieſe allein beſtimmte Geſetze, folglich wahren Vernunftzuſammenhang der Erklärung hoffen laſſen.

In Anſehung der bekannten Frage, ob es leere Räume in der Welt gebe, bemerkt Kant, daß ſich die Möglichkeit derſelben nicht beſtreiten laſſe. Denn zu allen Kräften der Materie wird Raum erfordert, und, da dieſer auch die Bedingungen der Geſetze der Verbreitung jener enthält, nothwendig vor aller Materie vorausgeſetzt. So wird der Materie Anziehungskraft beygelegt, ſo fern ſie einen Raum um ſich durch Anziehung einnimmt, ohne ihn gleichwohl zu erfüllen, ſelbſt da, wo Materie wirkſam iſt, und ihn nicht erfüllt. Allein leere Räume als wirklich anzunehmen, dazu kann uns keine Erfahrung, oder Schluß aus derſelben, oder nothwendige Hypotheſe, ſie zu erklären, berechtigen. Denn alle Erfahrung giebt uns nur comparativ-leere Räume zu erkennen, welche nach allen beliebigen Graden aus der Eigenſchaft der Materie, ihren Raum mit größerer oder bis ins Unendliche immer kleinerer Anſpannungskraft zu erfüllen, vollkommen erklärt werden können, ohne leerer Räume zu bedürfen.

Mecha-

Mechanik.

Hier giebt Kant die dritte Erklärung der Materie, und verſteht darunter das Bewegliche, ſo fern es, als ein ſolches, bewegende Kraft hat. Denn der bloß dynamiſche Begriff konnte die Materie auch als in Ruhe betrachten; die bewegende Kraft, die da in Betrachtung gezogen wurde, betraf bloß die Erfüllung eines gewiſſen Raums, ohne daß die Materie, die ihn erfüllte, ſelbſt als bewegt angeſehen werden durfte. Die Zurückſtoßung war daher eine urſprünglich bewegende Kraft, um Bewegung zu ertheilen; dagegen wird in der Mechanik die Kraft einer in Bewegung geſetzten Materie betrachtet, um dieſe Bewegung einer andern mitzutheilen. Es iſt aber klar, daß das Bewegliche durch ſeine Bewegung *keine* bewegende Kraft haben würde, wenn es nicht urſprünglich=bewegende Kräfte beſäße, wodurch es vor aller eigener Bewegung in jedem Orte, wo es ſich befindet, wirkſam iſt, und daß eine Materie einer andern, die ihrer Bewegung in der geraden Linie vor ihr im Wege liegt, weder gleichmäßige Bewegung eindrücken würde, wenn beyde nicht urſprüngliche Geſetze der Zurückſtoßung beſäßen, noch daß ſie eine andere durch ihre Bewegung nöthigen könne, ihr in der geraden Linie zu folgen, wenn beyde nicht Anziehungskraft beſäßen. Alſo ſetzen alle mechaniſche Geſetze die dynamiſchen voraus, und eine Materie, als bewegt, kann nur bewegende Kraft haben vermittelſt ihrer Zurückſtoßung und Anziehung, auf welche und mit welchen ſie in ihrer Bewegung unmittelbar wirkt und dadurch ihre eigene Bewegung einer andern mittheilt.

Hiernächſt giebt Kant noch einige andere Erklärungen, welche zur weitern Unterſuchung dieſes Ge-

genſtandes nothwendig vorausgeſetzt werden müſſen. Nach ihm iſt nämlich die Quantität der Materie die Menge des Beweglichen in einem beſtimmten Raume. Dieſelbe, ſo fern alle ihre Theile in ihrer Bewegung als zugleich wirkend betrachtet werden, heißt die Maſſe, und man ſagt, eine Materie wirke in Maſſe, wenn alle ihre Theile in einerley Richtung bewegt außer ſich zugleich alle ihre bewegende Kraft ausüben. Eine Maſſe von beſtimmter Geſtalt heißt ein Körper. Die Größe der Bewegung — mechaniſch geſchätzt — iſt diejenige, die durch die Quantität der bewegten Materie und ihre Geſchwindigkeit zugleich geſchätzt wird. Phoronomiſch beſteht ſie bloß in dem Grade der Geſchwindigkeit.

Die Quantität der Materie kann in Vergleichung mit jeder andern nur durch die Quantität der Bewegung bey gegebener Geſchwindigkeit geſchätzt werden.

Die Materie nämlich iſt ins Unendliche theilbar, folglich kann ihre Quantität nicht durch eine Menge ihrer Theile unmittelbar beſtimmt werden. Denn wenn dieſes auch in der Vergleichung der gegebenen Materie mit einer gleichartigen geſchieht, in welchem Falle die Quantität der Materie der Größe des Volumens proportionirt iſt, ſo iſt dieß doch der Forderung des Satzes, daß ſie in Vergleichung mit jeder andern (auch ſpecifiſch verſchiedenen) geſchätzt werden ſoll, zuwider. Alſo kann die Materie weder unmittelbar, noch mittelbar, in Vergleichung mit jeder andern gültig geſchätzt werden, ſo lange man von ihrer eigenen Bewegung abſtrahirt. Folglich iſt kein anderes allgemein gültiges Maas derſelben, als die

Quantität ihrer Bewegung, übrig. In dieſer aber kann der Unterſchied der Bewegung, der auf der verſchiedenen Quantität der Materien beruht, nur alsdann gegeben werden, wenn die Geſchwindigkeit unter den verglichenen Materien als gleich angenommen wird, folglich iſt die Quantität der Bewegung der Körper im zuſammengeſetzten Verhältniſſe aus dem der Quantität ihrer Materie und ihrer Geſchwindigkeit d. i. es iſt einerley, ob man die Quantität der Materie eines Körpers doppelt ſo groß macht, und die Geſchwindigkeit behält, oder ob man die Geſchwindigkeit verdoppelt und dieſelbe Maſſe behält. Denn der beſtimmte Begriff von einer Größe iſt nur durch die Conſtruction des Quantums möglich. Dieſe iſt aber in Anſehung des Begriffs der Quantität nichts als die Zuſammenſetzung des Gleichgeltenden; folglich iſt die Conſtruction der Quantität einer Bewegung die Zuſammenſetzung vieler einander gleichgeltender Bewegungen. Nun iſt es nach den phoronomiſchen Lehrſätzen einerley, ob man einem Beweglichen einen gewiſſen Grad Geſchwindigkeit oder vielen gleich Beweglichen alle kleinere Grade der Geſchwindigkeit ertheile, die aus der durch die Menge des Beweglichen dividirten gegebenen Geſchwindigkeit herauskommen. Hieraus entſpringt zuerſt ein dem Anſcheine nach phoronomiſcher Begriff von der Quantität einer Bewegung, als zuſammengeſetzt aus viel Bewegungen außer einander, aber doch in einem Ganzen vereinigter, beweglicher Punkte. Werden nun dieſe Punkte als etwas gedacht, was durch ſeine Bewegung bewegende Kraft hat, ſo entſpringt daraus der mechaniſche Begriff von der Quantität der Bewegung. In der Phoronomie aber iſt es nicht thunlich, ſich

eine Bewegung als aus vielen außerhalb einander befindlichen zuſammengeſetzt vorzuſtellen, weil das Bewegliche, da es daſelbſt ohne alle bewegende Kraft vorgeſtellt wird, in aller Zuſammenſetzung mit mehreren ſeiner Art keinen Unterſchied der Größe der Bewegung giebt, welche mithin bloß in der Geſchwindigkeit beſteht. Wie die Quantität der Bewegung eines Körpers zu der eines andern, ſo verhält ſich auch die Größe ihrer Wirkung, aber wohl zu verſtehen, der ganzen Wirkung. Diejenigen, welche bloß die Größe eines mit Widerſtand erfüllten Raums zum Maaße der ganzen Wirkung annahmen, brachten ein anderes Geſetz der bewegenden Kräfte bey der wirklichen Bewegung heraus, nämlich das des zuſammengeſetzten Verhältniſſes aus dem der Quantität der Materien und der Quadrate ihrer Geſchwindigkeiten; allein ſie überſahen die Größe der Wirkung in der gegebenen Zeit, in welcher der Körper ſeinen Raum mit kleinerer Geſchwindigkeit zurücklegt, und dieſe kann doch allein das Maas einer durch einen gegebenen gleichförmigen Widerſtand erſchöpften Bewegung ſeyn. Es kann daher auch kein Unterſchied zwiſchen todten und lebendigen Kräften ſtatt finden, wenn die bewegenden Kräfte mechaniſch, d. i. als diejenige Kraft, die die Körper haben, ſo fern ſie ſelbſt bewegt ſind, betrachtet werden, die Geſchwindigkeit ihrer Bewegung mag nun endlich, oder unendlich klein ſeyn; vielmehr würde man weit ſchicklicher diejenigen Kräfte, womit die Materie, wenn man auch von ihrer eigenen Bewegung, auch ſogar von der Beſtrebung ſich zu bewegen gänzlich abſtrahirt, in andere wirkt, folglich die urſprünglich bewegenden Kräfte der Dynamik todte Kräfte, alle mechaniſche, d. i. durch eigene Bewegung bewegende Kräfte, dagegen lebendige Kräf-

te nennen können, ohne auf den Unterſchied der Geſchwindigkeit zu ſehen, deren Grad auch unendlich klein ſeyn darf, wenn ja noch dieſe Benennungen todter und lebendiger Kräfte beybehalten zu werden verdienten.

Dieſe Sätze ſucht Kant auf folgende Art zu erläutern. Der Satz, daß die Quantität der Materie nur als die Menge des Beweglichen gedacht werden könne, iſt ein merkwürdiger Fundamentalſatz der allgemeinen Mechanik. Denn dadurch wird angezeigt, daß Materie keine andere Größe habe, als die, welche in der Menge des Mannichfaltigen außerhalb einander beſteht, folglich auch keinen Grad der bewegenden Kraft mit gegebener Geſchwindigkeit, der von dieſer Menge unabhängig wäre und bloß als intenſive Größe betrachtet werden könnte, welches allerdings ſtatt finden würde, wenn die Materie aus Monaden beſtände, deren Realität in aller Beziehung einen Grad haben muß, welcher größer oder kleiner ſeyn kann, ohne von einer Menge der Theile außer einander abzuhängen. Was den Begriff der Maſſe in eben derſelben Erklärung betrifft, ſo kann man ihn nicht, wie gewöhnlich, mit dem der Quantität für einerley halten. Flüſſige Materien können durch ihre eigene Bewegung in Maſſe, ſie können aber auch im Fluſſe wirken. Im ſogenannten Waſſerhammer wirkt das anſtoßende Waſſer in Maſſe, d. i. mit allen ſeinen Theilen zugleich; eben das geſchieht auch im Waſſer, welches, in einem Gefäße eingeſchloſſen, durch ſein Gewicht auf die Wagſchaale, worauf es ſteht, druckt. Dagegen wirkt das Waſſer eines Mühlbachs auf die Schaufel des unterſchlächtigen Waſſerrades nicht in Maſſe, d. i. mit allen ſeinen Theilen, die

gegen dieſe anlaufen, zugleich, ſondern nur nach einander. Wenn alſo hier die Quantität der Materie, die, mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit bewegt, bewegende Kraft hat, beſtimmt werden ſoll, ſo muß man allererſt den Waſſerkörper, d. i. diejenige Quantität der Materie, die, wenn ſie in Maſſe mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit wirkt, dieſelbe Wirkung hervorbringen kann, ſuchen. Daher verſteht man auch gewöhnlich unter dem Worte Maſſe die Quantität der Materie eines feſten Körpers.

Was nun aber die vorigen beyden Sätze betrifft, ſo ſcheint darin etwas befremdendes zu liegen: daß nämlich nach dem einen die Quantität der Materie durch die Quantität der Bewegung mit gegebener Geſchwindigkeit, nach dem andern aber wiederum die Quantität der Bewegung bey derſelben Geſchwindigkeit durch die Quantität der bewegten Materie geſchätzt werden müſſe, welches im Cirkel herumzugehen und weder von dem einem noch dem andern einen beſtimmten Begriff zu verſprechen ſcheint. Allein dieſer vermeinte Cirkel würde es wirklich ſeyn, wenn er eine wechſelſeitige Ableitung zweyer identiſcher Begriffe von einander wäre. Nun aber enthält er nur einerſeits die Erklärung eines Begriffs, anderer Seits die der Anwendung deſſelben auf Erfahrung. Die Quantität des Beweglichen im Raume iſt die Quantität der Materie; aber dieſe Quantität der Materie beweißt ſich in der Erfahrung nur allein durch die Quantität der Bewegung bey gleicher Geſchwindigkeit.

Noch iſt zu bemerken, daß die Quantität der Materie die Quantität der Subſtanz im Beweglichen ſey, folglich nicht die Größe einer gewiſſen Qualität derſelben, und daß das Quantum der Subſtanz hier nichts

nichts anders als die bloße Menge des Beweglichen bedeute, welches die Materie ausmacht. Denn nur dieſe Menge des Bewegten kann bey derſelben Geſchwindigkeit einen Unterſchied in der Quantität der Bewegung geben. Daß aber die bewegende Kraft, die eine Materie in ihrer eigenen Bewegung hat, allein die Quantität der Subſtanz beweiſe, beruht auf dem Begriffe der letztern als dem letzten Subjekt im Raume, welches eben darum keine andere Größe haben kann, als die der Menge des Gleichartigen außerhalb einander. Da nun die eigene Bewegung der Materie ein Prädikat iſt, welches ihr Subjekt beſtimmt, und an einer Materie, als einer Menge des Beweglichen, die Vielheit der bewegten Subjekte angiebt, welches bey dynamiſchen Eigenſchaften, deren Größe auch die Größe der Wirkung von einem einzigen Subjekte ſeyn kann, nicht der Fall iſt, ſo erhellt daraus, wie die Quantität der Subſtanz an einer Materie nur mechaniſch, d. i. durch die Quantität der eigenen Bewegung derſelben, und nicht dynamiſch, durch die Größe der urſprünglich bewegenden Kräfte, geſchätzt werden müſſe. Gleichwohl kann die urſprüngliche Anziehung, als die Urſache der allgemeinen Gravitation, doch ein Maas der Quantität der Materie und ihrer Subſtanz abgeben, (wie dieß wirklich in der Vergleichung der Materien durch Abwägen geſchieht), obgleich hier nicht eigene Bewegung der anziehenden Materie, ſondern ein dynamiſch Maas, nämlich Anziehungskraft, zum Grunde gelegt zu ſeyn ſcheint. Aber weil bey dieſer Kraft die Wirkung einer Materie mit allen ihren Theilen unmittelbar, auf alle Theile einer andern, geſchieht, und alſo (bey gleichen Entfernungen) offenbar der Menge der Theile proportionirt iſt, der ziehende Kör-

per ſich dadurch auch ſelbſt eine Geſchwindigkeit der eigenen Bewegung ertheilt (durch den Widerſtand des Gezogenen), welche, in gleichen äußern Umſtänden, gerade der Menge ſeiner Theile proportionirt iſt, ſo geſchieht die Schätzung hier, obgleich nur indirekt, doch in der That mechaniſch.

Was nun die Geſetze der Mechanik betrifft, ſo ſind dieſe nach Kant folgende:

1. Bey allen Veränderungen der körperlichen Natur bleibt die Quantität der Materie im Ganzen dieſelbe, unvermehrt und unvermindert. Aus der allgemeinen Metaphyſik wird nämlich der Satz zum Grunde gelegt, daß bey allen Veränderungen der Natur keine Subſtanz weder entſtehe, noch vergehe, und hier wird bloß dargethan, was in der Materie die Subſtanz ſey. In jeder Materie iſt das Bewegliche im Raume das letzte Subjekt aller der Materie inhärirenden Accidenzen, und die Menge dieſes Beweglichen außerhalb einander die Quantität der Subſtanz. Alſo iſt die Größe der Materie, der Subſtanz nach, nichts anders, als die Menge der Subſtanzen, woraus ſie beſteht. Es kann alſo die Quantität der Materie nicht vermehrt oder vermindert werden, als dadurch, daß neue Subſtanz derſelben entſteht oder vergeht. Nun entſteht und vergeht bey allem Wechſel der Materie die Subſtanz niemals; alſo wird auch die Quantität der Materie dadurch weder vermehrt, noch vermindert, ſondern bleibt immer dieſelbe und zwar im Ganzen, d. i. ſo, daß ſie irgend in der Welt in derſelben Quantität fortdauert, obgleich dieſe oder jene Materie durch Hinzukommen oder Abſonderung der Theile vermehrt oder vermindert werden kann.

2. Al:

2. Alle Veränderung der Materie hat eine äuſßere Urſache. (Ein jeder Körper beharrt in ſeinem Zuſtande der Ruhe oder Bewegung, in derſelben Richtung und mit derſelben Geſchwindigkeit, wenn er nicht durch eine äußere Urſache genöthigt wird, dieſen Zuſtand zu verlaſſen.) Hier wird aus der allgemeinen Metaphyſik der Satz zum Grunde gelegt, daß alle Veränderung eine Urſache habe; von der Materie ſoll aber nur bewieſen werden, daß ihre Veränderung jederzeit eine äußere Urſache haben müſſe. Die Materie, als bloßer Gegenſtand äußerer Sinne, hat keine andere Beſtimmungen, als die der äußern Verhältniſſe im Raume, und erleidet alſo keine Veränderungen, als durch Bewegung. In Anſehung dieſer, als Wechſels einer Bewegung mit einer andern, oder derſelben mit der Ruhe, und umgekehrt, muß eine Urſache derſelben angetroffen werden. Dieſe Urſache aber kann nicht innerlich ſeyn, denn die Materie hat keine ſchlechthin innere Beſtimmungen und Beſtimmungsgründe. Alſo iſt alle Veränderung einer Materie auf äußere Urſache gegründet.

Kant bemerkt ganz richtig, daß dieſes mechaniſche Geſetz allein das Geſetz der Trägheit genannt werden müſſe, das Geſetz der einer jeden Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung könne dieſen Nahmen nicht führen. Denn dieſes ſagt, was die Materie thut, jenes aber nur, was ſie nicht thut, welches dem Ausdrucke der Trägheit beſſer angemeſſen iſt. Die Trägheit der Materie iſt und bedeutet nichts anders als ihre Lebloſigkeit, als Materie an ſich ſelbſt. Leben heißt das Vermögen einer Subſtanz, ſich aus einem innern Princip zum Handeln, einer endlichen Subſtanz, ſich zur Veränderung, und einer

materiellen Subſtanz, ſich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zuſtandes, zu beſtimmen. Nun kennen wir kein anderes inneres Princip einer Subſtanz, ihren Zuſtand zu verändern, als das Begehren, und überhaupt keine andere innere Thätigkeit, als Denken, mit dem, was davon abhängt, Gefühl der Luſt oder Unluſt und Begierde oder Willen. Dieſe Beſtimmungsgründe aber und Handlungen gehören gar nicht zu den Vorſtellungen äußerer Sinne, und alſo auch nicht zu den Beſtimmungen der Materie als Materie. Alſo iſt alle Materie als ſolche leblos. Dieß ſagt der Satz der Trägheit, und nichts mehr. Wenn wir die Urſache irgend einer Veränderung der Materie im Leben ſuchen, ſo werden wir es auch ſofort in einer anderen, von der Materie verſchiedenen, obgleich mit ihr verbundenen Subſtanz zu ſuchen haben. Denn in der Naturerkenntniß iſt es nöthig, zuvor die Geſetze der Materie als einer ſolchen zu kennen und ſie von dem Beytritte aller andern wirkenden Urſachen zu läutern, ehe man ſie damit verknüpft, um wohl zu unterſcheiden, was, und wie jede derſelben für ſich allein wirke. Auf dem Geſetze der Trägheit (neben dem der Beharrlichkeit der Subſtanz) beruht die Möglichkeit einer eigentlichen Naturwiſſenſchaft ganz und gar. Das Gegentheil des erſtern, und daher der Tod aller Naturphiloſophie, wäre der Hylozoism. Aus eben demſelben Begriffe der Trägheit, als bloßer Lebloſigkeit, fließt von ſelbſt, daß ſie nicht ein poſitives Beſtreben, ſeinen Zuſtand zu erhalten, bedeute. Nur lebende Weſen werden in dieſem letztern Verſtande träg genannt, weil ſie eine Vorſtellung von einem andern Zuſtande haben, den ſie verabſcheuen, und ihre Kraft dagegen anſtrengen.

3. In aller Mittheilung der Bewegung ſind Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich. Hiebey muß aus der allgemeinen Metaphyſik der Satz entlehnt werden, daß alle äußere Wirkung in der Welt Wechſelwirkung ſey. Alle thätige Verhältniſſe der Materie im Raume und alle Veränderungen dieſer Verhältniſſe, ſo fern ſie Urſachen von gewiſſen Wirkungen ſeyn können, müſſen jederzeit als wechſelſeitig vorgeſtellt werden, d. i., weil alle Veränderung derſelben Bewegung iſt, ſo kann keine Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen abſolut ruhigen, der dadurch auch in Bewegung geſetzt werden ſoll, gedacht werden, vielmehr muß dieſer nur als relativ ruhig in Anſehung des Raums, auf den man ihn bezieht, ſammt dieſem Raume aber in entgegengeſetzter Richtung mit eben derſelben Quantität der Bewegung im abſoluten Raume bewegt vorgeſtellt werden, als der Bewegte in eben demſelben gegen ihn hat. Denn die Veränderung des Verhältniſſes (mithin die Bewegung) iſt zwiſchen beyden durchaus wechſelſeitig; ſo viel der eine Körper jedem Theile des andern näher kommt, ſo viel nähert ſich der andere jedem Theil des erſtern, und, weil es hier nicht auf den empiriſchen Raum, der beyde Körper umgiebt, ſondern nur auf die Linie, die zwiſchen ihnen liegt, ankommt, (indem dieſe Körper lediglich in Relation auf einander, nach dem Einfluſſe, den die Bewegung des einen auf die Veränderung des Zuſtandes des andern, mit Abſtraction von aller Relation zum empiriſchen Raume, haben kann, betrachtet werden), ſo wird ihre Bewegung als bloß im abſoluten Raume beſtimmbar betrachtet, in welchem jeder der beyden Körper an der Bewegung, die dem einen im relativen Raume beygelegt wird, gleichen Antheil haben

muß,

muß, indem kein Grund da iſt, einem von beyden mehr davon, als dem andern, beyzulegen. Auf dieſem Fuß wird die Bewegung eines Körpers A (fig. 6.) gegen einen andern ruhigen B, in Anſehung deſſen er dadurch bewegend ſeyn kann, auf den abſoluten Raum reducirt, d. i. als Verhältniß wirkender Urſachen bloß auf einander bezogen, ſo betrachtet, als wenn beyde an der Bewegung, welche in der Erſcheinung dem Körper A allein beygelegt wird, gleichen Antheil haben, welches nicht anders geſchehen kann, als ſo, daß die Geſchwindigkeit, die im relativen Raume bloß dem Körper A beygelegt wird, unter A und B im umgekehrten Verhältniſſe der Maſſen, dem A allein die ſeinige im abſoluten Raume, dem B dagegen die ſeinige ſammt dem relativen Raume, worin er ruht, in entgegengeſetzter Richtung ausgetheilt werde, wodurch dieſelbe Erſcheinung der Bewegung vollkommen beybehalten, die Wirkung aber in der Gemeinſchaft beyder Körper auf folgende Art conſtruirt wird. Es ſey nämlich der Körper A mit einer Geſchwindigkeit = AB in Anſehung des relativen Raums gegen den Körper B, der in Anſehung eben deſſelben Raums ruhig iſt, im Anlaufe. Man theile die Geſchwindigkeit AB in zwey Theile, AC und BC, die ſich umgekehrt wie die Maſſen B und A gegen einander verhalten, und ſtelle ſich A mit der Geſchwindigkeit AC im abſoluten Raume, B aber mit der Geſchwindigkeit BC in entgegengeſetzter Richtung ſammt dem relativen Raume bewegt vor: ſo ſind beyde Bewegungen einander entgegengeſetzt und gleich, und, da ſie einander wechſelſeitig aufheben, ſo verſetzen ſich beyde Körper Beziehungsweiſe auf einander, d. i. im abſoluten Raume, in Ruhe. Nun war aber B mit der Geſchwindigkeit BC in der Richtung BA, die der des Körpers A, nämlich AB, gerade

rade entgegengeſetzt iſt, ſammt dem relativen Rau=
me in Bewegung. Wenn alſo die Bewegung des
Körpers B durch den Stoß aufgehoben wird, ſo wird
darum doch die Bewegung des relativen Raums nicht
aufgehoben. Alſo bewegt ſich nach dem Stoße der
relative Raum in Anſehung beyder Körper A und B
(die nunmehr im abſoluten Raume ruhen) in der Rich=
tung BA mit der Geſchwindigkeit BC, oder, wel=
ches einerley iſt, beyde Körper bewegen ſich nach dem
Stoße mit gleicher Geſchwindigkeit BD = BC in
der Richtung des Stoßenden AB. Nun iſt aber,
nach dem vorigen, die Quantität der Bewegung des
Körpers A, mit der Geſchwindigkeit und in der Rich=
tung AC, der Quantität der Bewegung des Körpers
B in der Richtung und mit der Geſchwindigkeit BC,
mithin auch der in der Richtung BD mit derſelben
Geſchwindigkeit, gleich; folglich iſt die Wirkung,
d. i. die Bewegung BD, die der Körper B durch den
Stoß im relativen Raume erhält, und alſo auch die
Handlung des Körpers A mit der Geſchwindigkeit
AC der Gegenwirkung BC jederzeit gleich. Da eben
daſſelbe Geſetz (wie die mathematiſche Mechanik lehrt)
keine Abänderung erleidet, wenn, anſtatt des Sto=
ßes auf einen ruhigen, ein Stoß deſſelben Körpers
auf einen gleichfalls bewegten Körper angenommen
wird, imgleichen die Mittheilung der Bewegung durch
den Stoß von der durch den Zug nur in der Rich=
tung, nach welcher die Materien einander in ihren
Bewegungen widerſtehen, unterſchieden iſt: ſo folgt,
daß in aller Mittheilung der Bewegung Wirkung und
Gegenwirkung einander jederzeit gleich ſeyn muß, (daß
jeder Stoß nur vermittelſt eines gleichen Gegenſtoßes,
jeder Druck vermittelſt eines gleichen Gegendrucks,
imgleichen jeder Zug nur durch einen gleichen Ge=

gen=

genzug die Bewegung eines Körpers mittheilen könne).

Hieraus folgert Kant das für die allgemeine Mechanik nicht unwichtige Naturgeſetz: daß ein jeder Körper, wie groß auch ſeine Maſſe ſey, durch den Stoß eines jeden andern, wie klein auch ſeine Maſſe oder Geſchwindigkeit ſey, beweglich ſeyn müſſe. Denn der Bewegung von A in der Richtung AB correſpondirt nothwendiger Weiſe eine entgegengeſetzte gleiche Bewegung von B in der Richtung BA. Beyde Bewegungen heben durch den Stoß einander im abſoluten Raume auf. Dadurch aber erhalten beyde Körper eine Geſchwindigkeit BD = BC in der Richtung des Stoßenden, folglich iſt der Körper B für jede noch ſo kleine Kraft des Anſtoßes beweglich.

Dieß iſt nun das mechaniſche Geſetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, welches darauf beruht: daß keine Mittheilung der Bewegung ſtatt finde, außer wenn eine Gemeinſchaft dieſer Bewegungen vorausgeſetzt wird, daß alſo kein Körper einen andern ſtoße, der in Anſehung ſeiner ruhig iſt, ſondern, iſt dieſer in Anſehung des Raums, nur ſo fern er ſammt dieſem Raume in gleichem Maaße, aber in entgegengeſetzter Richtung bewegt, mit der Bewegung, die alsdenn dem erſtern zu ſeinem relativen Antheil fällt, zuſammen, allererſt die Quantität der Bewegung gebe, die wir dem erſten im abſoluten Raume beylegen würden. Denn keine Bewegung, die in Anſehung eines andern Körpers bewegend ſeyn ſoll, kann abſolut ſeyn; iſt ſie aber relativ in Anſehung des letztern, ſo giebt es keine Relation im Raume, die nicht wechſelſeitig und gleich ſey. — Es giebt aber noch ein anderes, nämlich ein dynamiſches Geſetz

Geſetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung der Materie, nicht ſo fern eine der andern ihre Bewegung mittheilt, ſondern dieſer urſprünglich ertheilt und durch deren Widerſtreben zugleich in ſich hervorbringt. Dieſe läßt ſich auf ähnliche Art leicht darthun. Denn wenn die Materie A die Materie B zieht, ſo nöthigt ſie dieſe, ſich ihr zu nähern, oder, welches einerley iſt, jene widerſteht der Kraft, womit dieſe ſich zu entfernen trachten möchte. Weil es aber einerley iſt, ob B ſich von A, oder A von B entferne: ſo iſt dieſer Widerſtand zugleich ein Widerſtand, den der Körper B gegen A ausübt, ſo fern er ſich von ihm zu entfernen trachten möchte, mithin ſind Zug und Gegenzug einander gleich. Eben ſo, wenn A die Materie B zurückſtößt, ſo widerſteht A der Annäherung von B. Da es aber einerley iſt, ob ſich B dem A oder A dem B nähere, ſo widerſteht B auch eben ſo viel der Annäherung von A; Druck und Gegendruck ſind alſo auch jederzeit einander gleich.

Auf ſolche Art hat alſo Kant zuerſt die Conſtruktion der Mittheilung der Bewegung gezeigt, welche zugleich das Geſetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung als nothwendige Bedingung derſelben bey ſich führt, das Newton ſich nicht getraute, a priori zu beweiſen, ſondern ſich deshalb auf Erfahrung berief, welchem zu Gefallen Andere eine beſondere Kraft der Materie unter dem Nahmen der Trägheitskraft in der Naturwiſſenſchaft einführten, und alſo im Grunde es auch von Erfahrung ableiteten, endlich noch Andere in dem Begriffe einer bloßen Mittheilung der Bewegung ſetzten, welche ſie, wie einen allmähligen Uebergang der Bewegung des einen Körpers in den andern anſahen, wobey der be-

wegende gerade ſo viel einbüßen müſſe, als er dem bewegten ertheilt, bis er dem letztern keine weiter eindruckt, wodurch ſie im Grunde alle Gegenwirkung aufhoben, d. i. alle wirklich entgegenwirkende Kraft des geſtoßenen gegen den ſtoßenden, und außerdem, daß ſie das nicht beweiſen, was in dem genannten Geſetze eigentlich gemeint iſt, die Mittheilung der Bewegung ſelbſt, ihrer Möglichkeit nach, gar nicht erklärten. Denn der Name vom Uebergange der Bewegung von einem Körper auf den andern erklärt nichts; und wenn man ihn nicht etwa buchſtäblich nehmen will, als wenn Bewegung von einem Körper in einen andern, wie Waſſer aus einem Glaſe in das andere, gegoſſen würde, ſo iſt es hier eben die Aufgabe, wie dieſe Möglichkeit begreiflich zu machen ſey, deren Erklärung nun gerade auf demſelben Grunde beruht, woraus das Geſetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung abgeleitet wird. Man kann ſich gar nicht denken, wie die Bewegung eines Körpers A mit der Bewegung eines andern B nothwendig verbunden ſeyn müſſe, als ſo, daß man ſich Kräfte an beyden denkt, die ihnen (dynamiſch) vor aller Bewegung zukommen, z. B. Zurückſtoßung, und nun beweiſen kann, daß die Bewegung des Körpers A durch Annäherung gegen B, mit der Annäherung von B gegen A, und, wenn B als ruhig angeſehen wird, mit der Bewegung deſſelben, ſammt ſeinem Raume gegen A nothwendig verbunden ſey, ſo fern ein Körper mit ihren (urſprünglich) bewegenden Kräften bloß relativ auf einander in Bewegung betrachtet werden. Dieſes letztere kann völlig a priori dadurch eingeſehen werden, daß, es mag nun der Körper B in Anſehung des empiriſch kennbaren Raums ruhig, oder bewegt ſeyn, er doch in Anſehung des

Kör-

Körpers A nothwendig als bewegt, und zwar in entgegengeſetzter Richtung als bewegt, angeſehen werden müſſe; weil ſonſt kein Einfluß deſſelben auf die repulſive Kraft beyder ſtatt finden würde, ohne welchen ganz und gar keine mechaniſche Wirkung der Materie auf einander, d. i. keine Mittheilung der Bewegung durch den Stoß, möglich iſt.

Kant bemerkt daher ganz richtig, daß die Benennung der Trägheitskraft gänzlich aus der Naturwiſſenſchaft weggeſchaft werden müſſe, nicht allein, weil ſie einen Widerſpruch im Ausdrucke ſelbſt bey ſich führt, oder auch deßwegen, weil das Geſetz der Trägheit dadurch leicht mit dem Geſetze der Gegenwirkung in jeder mitgetheilten Bewegung verwechſelt werden könnte, ſondern vornämlich, weil dadurch die irrige Vorſtellung derer, die der mechaniſchen Geſetze nicht recht kundig ſind, erhalten und beſtärkt wird, nach welcher die Gegenwirkung der Körper, von der unter dem Namen der Trägheitskraft die Rede iſt, darin beſtehe, daß die Bewegung dadurch in der Welt aufgezehrt, vermindert oder vertilgt, nicht aber die bloße Mittheilung derſelben dadurch bewirkt werde, indem nämlich der bewegende Körper einen Theil ſeiner Bewegung bloß dazu aufwenden müßte, um die Trägheit des ruhenden zu überwinden, mit dem übrigen Theile allein könne er den letztern in Bewegung ſetzen. Einer Bewegung kann nichts widerſtehen, als entgegengeſetzte Bewegung eines andern, keinesweges aber deſſen Ruhe. Hier iſt alſo nicht Trägheit der Materie, d. i. bloßes Unvermögen ſich von ſelbſt zu bewegen, die Urſache eines Widerſtandes. Eine beſondere ganz eigenthümliche Kraft, bloß um zu widerſtehen, ohne einen Körper bewegen zu können, wäre

Bayerische Staatsbibliothek München

unter dem Namen Trägheitskraft ein Wort ohne alle Bedeutung. Man könnte alſo die drey Geſetze der allgemeinen Mechanik ſchicklicher ſo benennen: das Geſetz der Selbſtſtändigkeit, der Trägheit, und der Gegenwirkung der Materien bey allen ihren Veränderungen derſelben.

Zu dieſen Unterſuchungen fügt Kant noch folgende allgemeine Anmerkung hinzu. Die Mittheilung der Bewegung geſchieht nur vermittelſt ſolcher bewegenden Kräfte, die einer Materie auch in Ruhe beywohnen (Undurchdringlichkeit und Anziehung). Die Wirkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke iſt die Sollicitation deſſelben; die gewirkte Geſchwindigkeit des letztern durch die Sollicitation, ſo fern ſie in gleichem Verhältniſſe mit der Zeit wachſen kann, iſt das Moment der Acceleration. Das Moment der Acceleration muß alſo nur eine unendlich kleine Geſchwindigkeit erhalten, weil ſonſt der Körper durch daſſelbe in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geſchwindigkeit erlangen würde, welche unmöglich iſt. Uebrigens beruht die Möglichkeit der Beſchleunigung überhaupt, durch ein fortwährendes Moment derſelben, auf dem Geſetze der Trägheit. Die Sollicitation der Materie durch expanſive Kraft (z. B. einer zuſammengedruckten Luft, die ein Gewicht trägt) geſchieht jederzeit mit einer endlichen Geſchwindigkeit, die Geſchwindigkeit aber, die dadurch einem andern Körper eingedruckt (oder entzogen) wird, kann nur unendlich klein ſeyn; denn jene iſt nur eine Flächenkraft, oder, welches einerley iſt, die Bewegung eines unendlich kleinen Quantum von Materie, die folglich mit endlicher Geſchwindigkeit geſchehen muß, um der Bewegung eines Körpers von

von endlicher Maſſe mit unendlich kleiner Geſchwindigkeit (einem Gewichte) gleich zu ſeyn. Dagegen iſt die Anziehung eine durchdringende Kraft, und mit einer ſolchen übt ein endliches Quantum der Materie auf ein gleichfalls endliches Quantum einer andern bewegende Kraft aus. Die Sollicitation der Anziehung muß alſo unendlich klein ſeyn, weil ſie dem Moment der Acceleration (welches jederzeit unendlich klein ſeyn muß) gleich iſt, welches bey der Zurückſtoßung, da ein unendlich kleiner Theil der Materie einem endlichen ein Moment eindrucken ſoll, der Fall nicht iſt. Es läßt ſich keine Anziehung mit einer endlichen Geſchwindigkeit denken, ohne daß die Materie durch ihre eigene Anziehungskraft ſich ſelbſt durchdringen müßte. Denn die Anziehung, welche eine endliche Quantität Materie auf eine endliche mit einer endlichen Geſchwindigkeit ausübt, muß eine jede endliche Geſchwindigkeit, womit die Materie durch ihre Undurchdringlichkeit, aber nur mit einem unendlich kleinen Theile der Quantität ihrer Materie entgegenwirkt, in allen Punkten der Zuſammendrückung überlegen ſeyn. Wenn die Anziehung nur eine Flächenkraft iſt, wie man ſich den Zuſammenhang denkt, ſo würde das Gegentheil von dieſem erfolgen. Allein es iſt unmöglich ihn ſo zu denken, wenn er wahre Anziehung (und nicht bloß äußere Zuſammendrükkung) ſeyn ſoll.

Ein abſolut harter Körper würde derjenige ſeyn, deſſen Theile einander ſo ſtark zögen, daß ſie durch kein Gewicht getrennt, und in ihrer Lage gegen einander nicht verändert werden könnten. Weil nun die Theile der Materie eines ſolchen Körpers ſich mit einem Moment der Acceleration ziehen müßten, welches gegen

das der Schwere unendlich, gegen das der Maſſe aber, welche dadurch getrieben wird, endlich ſeyn würde, ſo müßte der Widerſtand durch Undurchdringlichkeit, als expanſive Kraft, da er jederzeit mit einer unendlich kleinen Quantität der Materie geſchieht, mit mehr als endlicher Geſchwindigkeit der Sollicitation geſchehen, d. i. die Materie würde ſich mit unendlicher Geſchwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich iſt. Alſo iſt ein abſolut harter Körper, d. i. ein ſolcher, der einem mit endlicher Geſchwindigkeit bewegten Körper im Stoße einen Widerſtand, der der ganzen Kraft deſſelben gleich wäre, in einem Augenblicke entgegenſetzte, unmöglich. Folglich leiſtet eine Materie durch ihre Undurchdringlichkeit oder Zuſammenhang, gegen die Kraft eines Körpers in endlicher Bewegung, in einem Augenblicke nur unendlich kleinen Widerſtand. Hieraus folgt nun das mechaniſche Geſetz der Stetigkeit (lex continui mechanica), nämlich: an keinem Körper wird der Zuſtand der Ruhe, oder der Bewegung, und an dieſer, der Geſchwindigkeit oder der Richtung, durch den Stoß in einem Augenblicke verändert, ſondern nur in einer gewiſſen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwiſchenzuſtänden, deren Unterſchied von einander kleiner iſt, als der des erſten und letzten. Ein bewegter Körper, der auf eine Materie ſtößt, wird alſo durch deren Widerſtand nicht auf einmal, ſondern nur durch continuirliche Retardation zur Ruhe, oder der, der in Ruhe war, nur durch continuirliche Acceleration in Bewegung, oder aus einem Grade Geſchwindigkeit in einen andern nur nach derſelben Regel verſetzt; imgleichen wird die Richtung ſeiner Bewegung in eine ſolche, die mit jener einen Winkel macht, nicht anders, als vermittelſt aller möglichen dazwi-

ſchen

ſchen liegenden Richtungen, d. i. vermittelſt der Bewegung in einer krummen Linie, verändert.

Phänomenologie.

Hier erklärt Kant die Materie als das Bewegliche, ſo fern es, als ein ſolches, ein Gegenſtand der Erfahrung ſeyn kann.

Alle Bewegung, ſo wie das, was durch Sinne vorgeſtellt wird, iſt nur als Erſcheinung gegeben. Damit ihre Vorſtellung Erfahrung werde, wird noch erfordert, daß etwas durch den Verſtand gedacht werde, nämlich zu der Art, wie die Vorſtellung dem Subjekte inhärirt, noch die Beſtimmung eines Objekts durch dieſelbe. Alſo wird das Bewegliche, als ein ſolches, ein Gegenſtand der Erfahrung, wenn ein gewiſſes Objekt (hier alſo ein materielles Ding) in Anſehung des Prädikats der Bewegung als beſtimmt gedacht wird. Nun iſt aber Bewegung Veränderung der Relation im Raume. Es ſind alſo hier immer zwey Correlata, deren einem in der Erſcheinung erſtlich eben ſo gut wie dem andern die Veränderung beygelegt, und eines entweder, oder das andere bewegt genannt werden kann, weil beydes gleichgültig iſt, oder zweytens, deren eines in der Erfahrung mit Ausſchließung des andern als bewegt gedacht werden muß, oder drittens, deren beyde nothwendig durch Vernunft als zugleich bewegt vorgeſtellt werden müſſen. In der Erſcheinung, die nichts als die Relation in der Bewegung (ihrer Veränderung nach) enthält, iſt nichts von dieſen Beſtimmungen enthalten; wenn aber das Bewegliche, als ein ſolches, nämlich ſeiner Bewegung nach, beſtimmt gedacht werden ſoll, d. i. zum Behuf einer

möglichen Erfahrung, ſo iſt es nöthig, die Bedingungen anzuzeigen, unter welchen der Gegenſtand (die Materie) auf eine oder die andere Art durch das Prädikat der Bewegung beſtimmt werden müſſe. Hier iſt aber keinesweges die Rede von Verwandlung des Scheins in Wahrheit, ſondern der Erſcheinung in der Erfahrung; denn beym Scheine iſt der Verſtand mit ſeinen einen Gegenſtand beſtimmenden Urtheilen jederzeit im Spiele, ob er gleich in Gefahr iſt, das Subjektive für objektiv zu nehmen; in der Erſcheinung aber iſt gar kein Urtheil des Verſtandes anzutreffen.

Hiernächſt giebt Kant folgende drey Lehrſätze,

I. die geradlinigte Bewegung einer Materie in Anſehung eines empiriſchen Raums iſt, zum Unterſchiede von der entgegengeſetzten Bewegung des Raums, ein bloß mögliches Prädikat. Eben daſſelbe in gar keiner Relation auf eine Materie außer ihr, d. i. als abſolute Bewegung gedacht, iſt unmöglich.

Ob ein Körper im relativen Raume bewegt, dieſer aber ruhig genannt werde, oder umgekehrt, dieſer in entgegengeſetzter Richtung gleich geſchwinde bewegt, dagegen jener ruhig genannt werden ſolle, iſt kein Streit über das, was dem Gegenſtande, ſondern nur ſeinem Verhältniſſe zum Subjekt, mithin der Erſcheinung und nicht der Erfahrung zukommt. Denn ſtellt ſich der Zuſchauer in demſelben Raume als ruhig, ſo heißt ihm der Körper bewegt; ſtellt er ſich (wenigſtens in Gedanken) in einen andern und jenen umfaſſenden Raum, in Anſehung deſſen der Körper gleichfalls ruhig iſt, ſo heißt jener relative Raum bewegt. Alſo iſt in der Erfahrung (einer Erkenntniß, die das Objekt für alle Erſcheinungen gültig beſtimmt)

gar

gar kein Unterſchied zwiſchen der Bewegung des Kör-
pers im relativen Raume, oder der Ruhe des Körpers im abſoluten und der entgegengeſetzten gleichen Bewegung des relativen Raums. Nun iſt die Vorſtellung eines Gegenſtandes durch eines von zweyen Prädikaten, die in Anſehung des Objekts gleichgeltend ſind, und ſich nur in Anſehung des Subjekts und ſeiner Vorſtellungsart von einander unterſcheiden, nicht die Beſtimmung nach einem disjunctiven, ſondern bloß die Wahl nach einem alternativen Urtheile (wovon das erſtere von zweyen objektiv entgegengeſetzten Prädikaten eines mit Ausſchließung des Gegentheils, das andere aber von objektiv zwar gleichgeltenden, ſubjektiv aber einander entgegengeſetzten Urtheilen, ohne Ausſchließung des Gegentheils vom Objekt — alſo durch bloße Wahl — eines zur Beſtimmung deſſelben annimmt); d. h. durch den Begriff der Bewegung, als Gegenſtandes der Erfahrung, iſt es an ſich unbeſtimmt, mithin gleichgeltend, ob ein Körper im relativen Raume, oder dieſer in Anſehung jenes als bewegt vorgeſtellt werde. Nun iſt dasjenige, was in Anſehung zweyer einander entgegengeſetzter Prädikate an ſich unbeſtimmt iſt, ſo fern bloß möglich. Alſo iſt die geradlinigte Bewegung einer Materie im empiriſchen Raume, zum Unterſchiede von der entgegengeſetzten gleichen Bewegung des Raums, in der Erfahrung ein bloß mögliches Prädikat; welches das erſte war.

Da ferner eine Relation, mithin auch eine Veränderung derſelben d. i. Bewegung, nur ſo fern ein Gegenſtand der Erfahrung ſeyn kann, als beyde Correlata Gegenſtände der Erfahrung ſind; der reine Raum aber, den man auch, im Gegenſatze gegen den

relativen (empiriſchen) den abſoluten Raum nennt, kein Gegenſtand der Erfahrung und überall nichts iſt; ſo iſt die geradlinigte Bewegung ohne Beziehung auf irgend etwas Empiriſches, d. i. die abſolute Bewegung, ſchlechterdings unmöglich, welches das zweyte war.

II. Die Kreisbewegung einer Materie iſt, zum Unterſchiede von der entgegengeſetzten Bewegung des Raums, ein wirkliches Prädikat derſelben; dagegen iſt die entgegengeſetzte Bewegung eines relativen Raums, ſtatt der Bewegung des Körpers genommen, keine wirkliche Bewegung des letztern, ſondern, wenn ſie dafür gehalten wird, ein bloßer Schein.

Die Kreisbewegung iſt (ſo wie jede krummlinigte) eine continuirliche Veränderung der geradlinigten, und da dieſe ſelbſt eine continuirliche Veränderung der Relation in Anſehung des äußern Raums iſt, ſo iſt die Kreisbewegung eine Veränderung der Veränderung dieſer äußern Verhältniſſe im Raume, folglich ein continuirliches Entſtehen neuer Bewegungen. Weil nun nach dem Geſetze der Trägheit eine Bewegung, ſo fern ſie entſteht, eine äußere Urſache haben muß, gleichwohl aber der Körper in jedem Punkte dieſes Kreiſes (nach eben demſelben Geſetze) für ſich in der den Kreis berührenden geraden Linie fortzugehen beſtrebt iſt, welche Bewegung jener äußern Urſache entgegenwirkt, ſo beweißt ein jeder Körper in der Kreisbewegung durch ſeine Bewegung eine bewegende Kraft. Nun iſt die Bewegung des Raums, zum Unterſchiede der Bewegung des Körpers, bloß phoronomiſch, und hat keine bewegende Kraft. Folglich iſt das Urtheil, daß hier entweder der Körper, oder der Raum in entgegengeſetzter Richtung bewegt ſey,

ein

ein disjunktives Urtheil, durch welches, wenn das eine Glied, nämlich die Bewegung des Körpers, geſetzt iſt, das andere, nämlich die des Raumes, ausgeſchloſſen wird; alſo iſt die Kreisbewegung eines Körpers, zum Unterſchiede von der Bewegung des Raums, wirkliche Bewegung, folglich die letztere, wenn ſie gleich der Erſcheinung nach mit der erſtern übereinkommt, dennoch im Zuſammenhange aller Erſcheinungen d. i. der möglichen Erfahrung, dieſer widerſtreitend, alſo nichts als bloßer Schein.

III. In jeder Bewegung eines Körpers, wodurch er in Anſehung eines andern bewegend iſt, iſt eine entgegengeſetzte gleiche Bewegung des letztern nothwendig.

Die Mittheilung der Bewegung der Körper iſt nur durch Gemeinſchaft ihrer urſprünglich bewegenden Kräfte und dieſe nur durch beyderſeitige entgegengeſetzte und gleiche Bewegung möglich. Die Bewegung beyder iſt alſo wirklich. Da aber die Wirklichkeit dieſer Bewegung nicht auf dem Einfluſſe äußerer Kräfte beruht, ſondern aus dem Begriffe der Relation des Bewegten im Raume zu jedem andern dadurch Beweglichen unmittelbar und unvermeidlich folgt, ſo iſt die Bewegung des letztern nothwendig.

Dieſe drey Lehrſätze beſtimmen die Modalität der Bewegung in Anſehung der Phoronomie, der Dynamik und der Mechanik.

Endlich macht Kant zur Phänomenologie noch folgende allgemeine Anmerkung. Es finden ſich hier drey Begriffe, deren Gebrauch in der allgemeinen Naturwiſſenſchaft unvermeidlich, deren genaue Beſtimmung um deswillen nothwendig, obgleich eben nicht

ſo leicht und faßlich iſt, nämlich der Begriff der Bewegung im relativen (beweglichen) Raume, zweytens der Begriff der Bewegung im abſoluten (unbeweglichen) Raume, drittens der Begriff der relativen Bewegung überhaupt, zum Unterſchiede von der abſoluten. Allen wird der Begriff des abſoluten Raums zum Grunde gelegt. Wie kommt man aber zu dieſem ſonderbaren Begriffe, und worauf beruht die Nothwendigkeit ſeines Gebrauchs?

Er kann kein Gegenſtand der Erfahrung ſeyn; denn der Raum ohne Materie iſt kein Objekt der Wahrnehmung, und dennoch iſt er ein nothwendiger Vernunftbegriff, mithin nichts weiter, als eine bloße Idee. Denn, damit Bewegung auch nur als Erſcheinung gegeben werden könne, dazu wird eine empiriſche Vorſtellung des Raums, in Anſehung deſſen das Bewegliche ſein Verhältniß verändern ſoll, erfordert; der Raum aber, der wahrgenommen werden ſoll, muß materiell, mithin, dem Begriffe einer Materie überhaupt zu Folge, ſelbſt beweglich ſeyn. Um ihn nun bewegt zu denken, darf man ihn nur als in einem Raume von größerm Umfange enthalten denken, und dieſen als ruhig annehmen. Mit dieſem aber läßt ſich eben daſſelbe in Anſehung eines noch mehr erweiterten Raums veranſtalten und ſo ins Unendliche, ohne jemals zu einem unbeweglichen (unmateriellen) Raume durch Erfahrung zu gelangen, in Anſehung deſſen irgend einer Materie ſchlechthin Bewegung oder Ruhe beygelegt werden könne, ſondern der Begriff dieſer Verhältnißbeſtimmungen wird beſtändig abgeändert werden müſſen, nachdem man das Bewegliche mit einem oder dem andern dieſer Räume in Verhältniß betrachten wird. Da nun die Be-

dingung, etwas als ruhig oder bewegt anzuſehen, im relativen Raume ins Unendliche immer wiederum bedingt iſt, ſo erhellt daraus 1. daß alle Bewegung oder Ruhe bloß relativ und keine abſolut ſeyn könne, d. i. daß Materie bloß in Verhältniß auf Materie, niemals aber in Anſehung des bloßen Raums ohne Materie, als bewegt oder ruhig gedacht werden könne, mithin abſolute Bewegung, d. i. eine ſolche, die ohne alle Beziehung einer Materie auf eine andere gedacht wird, ſchlechthin unmöglich ſey: 2. daß auch eben darum kein für alle Erſcheinung gültiger Begriff von Bewegung der Ruhe im relativen Raume möglich ſey, ſondern man ſich einen Raum, in welchem dieſer ſelbſt als bewegt gedacht werden könne, der aber ſeiner Beſtimmung nach weiter von keinem andern empiriſchen Raume abhängt, und daher nicht wiederum bedingt iſt, d. i. einen abſoluten Raum, auf den alle relative Bewegungen bezogen werden können, denken müſſe, in welchem alles Empiriſche beweglich iſt, eben darum, damit in demſelben alle Bewegung des Materiellen, als bloß relativ gegen einander, als alternativ-wechſelſeitig, keine aber als abſolute Bewegung oder Ruhe (da, indem das eine bewegt heißt, das andere, worauf in Beziehung jenes bewegt iſt, gleichwohl als ſchlechthin ruhig vorgeſtellt wird) gelten möge. Der abſolute Raum iſt alſo nicht als ein Begriff von einem wirklichen Objekt, ſondern als eine Idee, welche zur Regel dienen ſoll, alle Bewegung in ihm bloß als relativ zu betrachten, nothwendig, und alle Bewegung und Ruhe muß auf den abſoluten Raum reducirt werden, wenn die Erſcheinung derſelben in einem beſtimmten Erfahrungsbegriff (der alle Erſcheinungen vereinigt) verwandelt werden ſoll.

So wird die geradlinigte Bewegung eines Körpers im relativen Raume auf den abſoluten Raum reducirt, wenn man den Körper als an ſich ruhig, jenen Raum aber im abſoluten (der nicht in die Sinne fällt) in entgegengeſetzter Richtung bewegt, und dieſe Vorſtellung als diejenige denkt, welche gerade dieſelbe Erſcheinung giebt, wodurch denn alle mögliche Erſcheinungen geradlinigter Bewegungen, die ein Körper allenfalls zugleich haben mag, auf den Erfahrungsbegriff, der ſie insgeſammt vereinigt, nämlich den der bloßen relativen Bewegung und Ruhe, zurückgeführt werden.

Die Kreisbewegung, weil ſie auch ohne Beziehung auf den äußern empiriſch gegebenen Raum als wirkliche Bewegung in der Erfahrung gegeben werden kann, ſcheint doch in der That abſolute Bewegung zu ſeyn. Denn die relative in Anſehung des äußern Raums (z. B. die Achſendrehung der Erde relativ auf die Sterne des Himmels) iſt eine Erſcheinung, an deren Stelle die entgegengeſetzte Bewegung dieſes Raums (des Himmels) in derſelben Zeit, als jener völlig gleichgeltend, geſetzt werden kann, die aber nach dem zweyten Lehrſatze in der Erfahrung durchaus nicht an deren Stelle geſetzt werden kann, mithin auch jene Kreisbewegung nicht als äußerlich relativ vorgeſtellt werden ſoll, welches ſo lautet, als ob dieſe Art der Bewegung für abſolut anzunehmen ſey.

Allein, bemerkt Kant, es iſt wohl zu merken: daß hier von der wahren (wirklichen) Bewegung, die doch nicht als ſolche erſcheint, die alſo, wenn man ſie bloß nach empiriſchen Verhältniſſen zum Raume beurtheilen wollte, für Ruhe könnte gehalten werden, d. i. von der wahren Bewegung, zum Unterſchie-

ſchiede vom Schein, nicht aber von ihr als abſoluten Bewegung im Gegenſatze der relativen die Rede ſey, mithin die Kreisbewegung, ob ſie zwar in der Erſcheinung keine Stellen-Veränderung, d. i. keine phoronomiſche, des Verhältniſſes des Bewegten zum (empiriſchen) Raume, zeigt, dennoch eine durch Erfahrung erweisliche continuirliche dynamiſche Veränderung des Verhältniſſes der Materie in ihrem Raume, z. B. eine beſtändige Verminderung der Anziehung durch eine Beſtrebung zu entfliehen, als Wirkung der Kreisbewegung, zeige und dadurch den Unterſchied derſelben vom Schein ſicher bezeichne. Man kann ſich z. B. die Erde im unendlich leeren Raum als um die Achſe gedreht vorſtellen, und dieſe Bewegung auch durch Erfahrung darthun, obgleich weder das Verhältniß der Theile der Erde unter einander, noch zum Raume außer ihr, phoronomiſch, d. i. in der Erſcheinung, verändert wird. Denn in Anſehung des erſtern als empiriſchen Raums verändert nichts auf und in der Erde ſeine Stelle, und in Beziehung des zweyten, der ganz leer iſt, kann überall kein äußeres verändertes Verhältniß, mithin auch keine Erſcheinung einer Bewegung ſtatt finden. Allein, wenn man ſich eine zum Mittelpunkt der Erde hingehende tiefe Höhle vorſtellt, einen Stein darin fallen läßt, und findet, daß, obzwar in jeder Weite vom Mittelpunkte die Schwere immer nach dieſem hingerichtet iſt, der fallende Stein dennoch von ſeiner ſenkrechten Richtung im Fallen continuirlich und zwar von Weſt nach Oſt abweicht, ſo ſchließt man, die Erde ſey von Abend gegen Morgen um die Achſe gedreht. Oder wenn man auch außerhalb den Stein von der Oberfläche der Erde weiter entfernt, und findet, daß er nicht über demſelben Punkte der Oberfläche bleibt,

ſondern ſich von demſelben von Oſten nach Weſten entfernt, ſo wird man auf eben die vorhin genannte Achſendrehung der Erde ſchließen, und beyde Wahrnehmungen werden zum Beweiſe der Wirklichkeit dieſer Bewegung hinreichend ſeyn, wozu die Veränderung des Verhältniſſes zum äußern Raume (dem beſtirnten Himmel) nicht hinreicht, weil ſie bloße Erſcheinung iſt, die von zwey in der That entgegengeſetzten Gründen herrühren kann, und nicht ein aus dem Erklärungsgrunde aller Erſcheinungen dieſer Veränderung abgeleitetes Erkenntniß, d. i. Erfahrung, iſt. Daß aber dieſe Bewegung, ob ſie gleich keine Veränderung des Verhältniſſes zum empiriſchen Raume iſt, dennoch keine abſolute Bewegung, ſondern continuirliche Veränderung der Relationen der Materien zu einander, obzwar im abſoluten Raume vorgeſtellt, mithin wirklich nur relative und ſogar darum allein wahre Bewegung ſey, das beruht auf der Vorſtellung der wechſelſeitigen continuirlichen Entfernung eines jeden Theils der Erde (außerhalb der Achſe) von jedem andern ihm in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte im Diameter gegen über liegenden. Denn dieſe Bewegung iſt im abſoluten Raume wirklich, indem dadurch der Abgang der gedachten Entfernung, den die Schwere allein dem Körper zuziehen würde, und zwar ohne alle dynamiſche zurücktreibende Urſache, mithin durch wirkliche, aber auf den innerhalb der bewegten Materie (nämlich das Centrum derſelben) beſchloſſenen, nicht aber auf den äußern Raum bezogene Bewegung, continuirlich erſetzt wird.

Was den Fall des dritten Lehrſatzes anlangt, ſo bedarf es, um die Wahrheit der wechſelſeitig entgegengeſetzten und gleichen Bewegung beyder Körper

auch

auch ohne Rückſicht auf den empiriſchen Raum zu zeigen, nicht einmal des im zweyten Fall nöthigen durch Erfahrung gegebenen thätigen dynamiſchen Einfluſſes (der Schwere, oder eines geſpannten Fadens), ſondern dieſe bloße dynamiſche Möglichkeit eines ſolchen Einfluſſes, als Eigenſchaft der Materie, (die Zurückſtoßung oder Anziehung) führt, bey der Bewegung der einen, die gleiche und entgegengeſetzte Bewegung der andern zugleich mit ſich, und zwar aus bloßen Begriffen einer relativen Bewegung, wenn ſie im abſoluten Raume, d. i. nach der Wahrheit, betrachtet wird, und iſt daher, wie alles was aus bloßen Begriffen hinreichend erweislich iſt, ein Geſetz einer ſchlechterdings nothwendigen Gegenbewegung.

Es iſt alſo keine abſolute Bewegung, wenn gleich ein Körper im leeren Raume in Anſehung eines andern als bewegt gedacht wird; die Bewegung beyder wird hier nicht relativ auf den ſie umgebenden Raum, ſondern nur auf den zwiſchen ihnen, welcher ihr äußeres Verhältniß unter einander allein beſtimmt, als den abſoluten Raum betrachtet, und iſt alſo wiederum nur relativ. Abſolute Bewegung würde alſo nur diejenige ſeyn, die einem Körper ohne ein Verhältniß auf irgend eine andere Materie zukäme. Eine ſolche wäre allein die geradlinigte Bewegung des Weltganzen, d. i. des Syſtems aller Materie. Denn, wenn außer einer Materie noch irgend eine andere, ſelbſt durch den leeren Raum getrennte Materie wäre, ſo würde die Bewegung ſchon relativ ſeyn. Um deswillen iſt ein jeder Beweis eines Bewegungsgeſetzes, der darauf hinausläuft, daß das Gegentheil deſſelben eine geradlinigte Bewegung des ganzen Weltgebäudes zur Folge haben müßte, ein apodiktiſcher Beweis der

Wahr-

Wahrheit deſſelben; bloß weil daraus abſolute Bewegung folgen würde, die ſchlechterdings unmöglich iſt. Von der Art iſt das Geſetz des Antagoniſmus in aller Gemeinſchaft der Materie durch Bewegung. Denn eine jede Abweichung von demſelben würde den gemeinſchaftlichen Mittelpunkt der Schwere aller Materie, mithin das ganze Weltgebäude aus der Stelle rücken, welches dagegen, wenn man dieſes ſich als um ſeine Achſe gedreht vorſtellen wollte, nicht geſchehen würde, welche Bewegung alſo immer noch zu denken möglich, obzwar anzunehmen, ſo viel man abſehen kann, ganz ohne begreiflichen Nutzen ſeyn würde.

Auf die verſchiedenen Begriffe der Bewegung und bewegenden Kräfte haben auch die verſchiedenen Begriffe vom leeren Raume ihre Beziehung. Der leere Raum in phoronomiſcher Rückſicht, der auch der abſolute Raum heißt, ſollte billig nicht ein leerer Raum genannt werden; denn er iſt nur die Idee von einem Raume, in welchem man von aller beſondern Materie, die ihn zum Gegenſtande der Erfahrung macht, abſtrahirt, um in ihm den materiellen, oder jeden empiriſchen Raum, noch als beweglich, und dadurch die Bewegung nicht bloß einſeitig, als abſolutes, ſondern jederzeit wechſelſeitig, als bloß relatives Prädikat zu denken. Er iſt alſo gar nichts, was zur Exiſtenz der Dinge, ſondern bloß zur Beſtimmung der Begriffe gehört, und ſo fern exiſtirt kein leerer Raum. Der leere Raum in dynamiſcher Rückſicht iſt der, der nicht erfüllt iſt, d. i. worin dem Eindringen des Beweglichen nichts anderes Bewegliches widerſteht, folglich keine repulſive Kraft ſtatt findet, und er kann entweder der leere Raum in der

Welt,

Welt, oder, wenn dieſe als begrenzt vorgeſtellt wird, der leere Raum außer der Welt ſeyn; der erſtere auch entweder als zerſtreuter (der nur einen Theil des Volumens der Materie ausmacht) oder als gehäufter leerer Raum (der die Körper, z. B. Weltkörper, von einander abſondert) vorgeſtellt werden, welche Unterſcheidung, da ſie nur auf den Unterſchied der Plätze, die man dem leeren Raum in der Welt anweißt, beruht, eben nicht weſentlich iſt, aber doch in verſchiedener Abſicht gebraucht wird, der erſte, um den ſpecifiſchen Unterſchied der Dichtigkeit, der zweyte, um die Möglichkeit einer von allem äußern Widerſtande freyen Bewegung im Weltraume abzuleiten. Daß den leeren Raum in der erſtern Abſicht anzunehmen nicht nöthig ſey, iſt ſchon in der allgemeinen Anmerkung der Dynamik oben angeführt worden; daß er aber unmöglich ſey, kann aus ſeinem Begriffe allein, nach dem Satze des Widerſpruchs, keinesweges bewieſen werden. Gleichwohl, wenn hier auch kein bloß logiſcher Grund der Verwerfung deſſelben anzutreffen wäre, könnte doch ein allgemeiner phyſiſcher Grund, ihn aus der Naturlehre zu verweiſen, nämlich der von der Möglichkeit der Zuſammenſetzung einer Materie überhaupt, da ſeyn, wenn man die letztere nur beſſer einſähe. Denn, wenn die Anziehung, die man zur Erklärung des Zuſammenhangs der Materie annimmt, nur ſcheinbare, nicht wahre Anziehung, vielmehr etwa bloß die Wirkung einer Zuſammendrückung durch äußere im Weltraume allenthalben verbreitete Materie (den Aether), welche ſelbſt nur durch eine allgemeine und urſprüngliche Anziehung, nämlich die Gravitation, zu dieſem Drucke gebracht wird, ſeyn ſollte, welche Meynung nach Kant manche Gründe für ſich hat, ſo würde der leere Raum innerhalb der Ma-

Materien, wenn gleich nicht logiſch, doch dynamiſch und alſo phyſiſch unmöglich ſeyn, weil jede Materie ſich in die leeren Räume, die man innerhalb derſelben annähme, (da ihrer expanſiven Kraft hier nichts widerſteht) von ſelbſt ausbreiten, und ſie jederzeit erfüllt erhalten würde. Ein leerer Raum außer der Welt würde, wenn man unter dieſer den Inbegriff aller vorzüglich attractiven Materien (der großen Weltkörper) verſteht, aus eben denſelben Gründen unmöglich ſeyn, weil nach dem Maaße, als die Entfernung von dieſen zunimmt, auch die Anziehungskraft auf den Aether (der jene Körper alle einſchließt, und, von jener getrieben, ſie in ihrer Dichtigkeit durch Zuſammendrückung erhält) in umgekehrtem Verhältniſſe abnimmt, dieſer alſo ſelbſt nur ins Unendliche an Dichtigkeit abnehmen, nirgend aber den Raum ganz leer laſſen würde. Daß es indeſſen mit Wegſchaffung des leeren Raums ganz hypothetiſch zugeht, darf Niemand befremden; geht es doch mit der Behauptung deſſelben nicht beſſer zu. Diejenigen, welche dieſe Streitfrage dogmatiſch zu entſcheiden wagen, mögen ſie es bejahend oder verneinend thun, ſtützen ſich zuletzt auf lauter methaphyſiſche Vorausſetzungen, wie aus der Dynamik erhellt, und es iſt wenigſtens nöthig geweſen, zu zeigen, daß dieſe über gedachte Aufgabe gar nicht entſcheiden können. Was drittens den leeren Raum in mechaniſcher Abſicht betrifft, ſo iſt dieſer das gehäufte Leere innerhalb dem Weltganzen, um den Weltkörpern freye Bewegung zu verſchaffen. Man ſieht leicht, daß die Möglichkeit oder Unmöglichkeit deſſelben nicht auf metaphyſiſchen Gründen, ſondern dem ſchwer aufzuſchließenden Naturgeheimniſſe, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken ſetze, beruhe. Gleichwohl, wenn

das,

das, was in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik von der ins Unendliche möglichen größern Ausdehnung ſpecifiſch verſchiedener Stoffe, bey derſelben Quantität der Materie (ihrem Gewichte nach) geſagt worden, eingeräumt wird, ſo möchte wohl um der freyen und dauernden Bewegung der Weltkörper willen, einen leeren Raum anzunehmen unnöthig ſeyn, weil der Widerſtand, ſelbſt bey gänzlich erfüllten Räumen, alsdenn doch ſo klein als man will gedacht werden kann.

Dieß iſt das erſte vollſtändige Syſtem einer metaphyſiſchen Naturwiſſenſchaft, welches jeder beſondern Phyſik zum Grunde gelegt werden muß. Meiner Meynung nach iſt daſſelbe bey weitem noch nicht widerlegt worden, ſo viel ſich auch neuere Philoſophen, beſonders die Herren Schelling und Wagner, Mühe gegeben haben, daſſelbe zu verdrängen, und eigene Theorien nach ganz andern Anſichten feſtzuſetzen. Die Folge dieſer Geſchichte wird beweiſen, daß Kant's Verdienſte durch dieſe neuen Anſichten im geringſten nicht geſchmälert, ſondern daß ſie vielmehr dadurch vergrößert worden ſind, da ſein Syſtem, ungeachtet aller Widerſprüche, bis jetzt noch unerſchütterlich feſt ſteht.

Kant bewieß, daß der Materie als Materie weſentliche Repulſionskraft zukomme, welche ihre Elaſticität genannt werde, woraus er denn folgert, daß alle Materie urſprünglich elaſtiſch ſey. Der Herr Hofrath Mayer °) in Göttingen ſuchte aber darzuthun,

°) Ob es nöthig ſey, eine zurückſtoßende Kraft in der Natur anzunehmen, in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 208. u. f.

thun, daß man gar nicht nöthig habe, eine Repulſionskraft in der Natur anzunehmen, indem ſie nur da, wo ſie wahrgenommen würde, ſcheinbar ſey, und ſich auf Anziehung zurückbringen laſſe. Er bemerkt, es ſey hier bloß von demjenigen Raum die Rede, den die Materie vollkommen erfülle, mit Ausſchluß der zerſtreueten Leere. Dieſen noch vollkommener zu erfüllen, ſey doch eine abſolute Unmöglichkeit, und ſelbſt eine unendliche Kraft würde nicht vermögend ſeyn, mehr Materie in dieſen Raum zu bringen. Daher ſey die Exiſtenz der Materie in dieſem Raume vollkommen hinreichend, die materielle Undurchdringlichkeit zu erklären, durch eine angenommene Repulſionskraft werde dieſe Erklärung um nichts deutlicher, und dann könne man doch das, was verhindere, daß das Seyn eines Dinges zugleich das Seyn eines andern Dinges ſey, unmöglich Kraft nennen. Auch würde dieſe Kraft noch nicht das Phänomen der Elaſticität erklären, oder beweiſen, daß alle Materie urſprünglich elaſtiſch ſey. Denn das Beſtreben, angenäherte Theile zu entfernen, ſey doch etwas ganz anders, als das Beſtreben, nach erfolgter Verdrängung aus einem Orte den vorigen Ort wieder einzunehmen. Zur Erklärung der Elaſticität feſter Körper brauche man bloß anziehende Kraft in Verbindung mit der Figur der Theilchen, oder auch nur der Art ihrer Zuſammenfügung. Die Elaſticität flüſſiger Materien ſucht Herr Mayer durch Atmoſphären von Wärmeſtoff zu erklären, welche ſich um die Theilchen der Körper bilden. Dieſe Atmoſphären entſtehen durch die Verwandtſchaft, oder gleichſam durch die Schwerkraft des Wärmeſtoffs gegen die Theilchen des Körpers, und ihre Dichtigkeit hat in jedem Abſtande von dem Körpertheilchen, von dem die Atmoſphäre gezogen

gen wird, ein durch die Ziehkraft ſelbſt beſtimmtes Maximum, welches ohne Anwendung äußerer Kräfte oder ohne eine vermehrte Ziehkraft des Theilchens nicht überſchritten werden kann. Druckt man eine ſolche Atmoſphäre durch äußere Gewalt zuſammen, ſo wird nach dem Aufhören dieſes Drucks jene Dichtigkeit wieder in ihre vorigen Grenzen zurückgehen, weil diejenige Quantität des Wärmeſtoffs, welche in jeder Schicht der Atmoſphäre durch die Ziehkraft des Körpertheilchens erhalten werden kann, diejenige Quantität aus der Stelle verdrängen muß, welche über den gehörigen Grad daſelbſt angehäuft worden iſt. Hiezu kommt, daß eine ſolche Atmoſphäre von Wärmeſtoff auch ihre beſtimmte Geſtalt hat, welche von der Figur des Körpertheilchens abhängt, und ſich, wenn ſie durch einen äußern Druck abgeändert wird, eben ſo wiederherſtellen muß, wie die Figur eines Queckſilbertropfens, den man platt gedruckt hätte. Hier iſt alſo die Wiederherſtellung der Figur bloß ein Erfolg des Strebens nach Gleichgewicht in der Anziehung.

Herrn Mayers Erinnerungen treffen aber offenbar Kant's erwieſenen Lehrſatz nicht, und ſeine übrigen Erklärungen, die Phänomene, bey welchen Abſtoßen wahrgenommen wird, aus Anziehung abzuleiten, ſind hypothetiſch, und beruhen auf unerwieſenen Vorausſetzungen. Wenn Herr Mayer behauptet, daß bloß von demjenigen Raume die Rede ſey, den die Materie vollkommen erfülle, mit Ausſchluß der zerſtreueten Leere, ſo überſieht er offenbar den Hauptpunkt, aus dem Kant ausgeht. Dieſer will erſt die Möglichkeit der Materie erweiſen, und jener nimmt ſie ſchon als erwieſen an. Mit vollem Rechte erklärte Kant zuerſt die Materie als das Be-

wegliche, ſofern es einen Raum erfüllt, und daß einen Raum erfüllen nichts weiter heiße, als allem Beweglichen widerſtehen. Hiernächſt mußte Kant natürlich beweiſen, wie die Erfüllung des Raums möglich ſey. Herr Mayer nimmt aber ſchon den Raum als erfüllt an, d. i. nach atomiſtiſcher Vorſtellung die Materie als abſolut undurchdringlich, und folgert hieraus dasjenige, was lange ſchon von andern gefolgert worden iſt.

Nach Kant hat vorzüglich Herr Schelling ſich bemüht, ein Syſtem der Naturphiloſophie aufzuſtellen, welches die Grundurſache angeben ſoll, aus welcher Natur und Geiſt zur Erſcheinung ausgehen. Zu dieſem Behuf hat zwar Herr Schelling mehrere Schriften bekannt gemacht; allein ich werde mich bey gegenwärtiger kurzen Darſtellung ſeiner vorzüglichen Sätze beſonders auf ſeinen erſten Entwurf eines Syſtems einer Naturphiloſophie beziehen, da er bey weitem das noch nicht dargethan hat, was er hat darthun wollen.

Der Grund ſeiner Naturphiloſophie beruht beſonders auf folgenden beyden Sätzen:

I. Die Natur muß als unbedingt angeſehen werden. Um den Begriff des Unbedingten feſtzuſetzen, nimmt Schelling folgenden Satz aus der Tranſcendentalphiloſophie als bekannt an:

Das Unbedingte kann überhaupt nicht in irgend einem einzelnen Dinge, noch in irgend etwas geſucht werden, von dem man ſagen kann, daß es iſt. Denn was iſt, nimmt nur an dem Seyn Theil, und iſt nur eine einzelne Form oder Art des Seyns. — Umgekehrt kann man vom Unbedingten niemals ſagen, das es iſt. Denn es iſt

das

das Seyn ſelbſt, das in keinem endlichen Produkte ſich ganz darſtellt, und wovon alles Einzelne nur gleichſam ein beſonderer Ausdruck iſt.

Es kann alſo in keinem einzelnen Naturdinge, als ſolchem, das Unbedingte der Natur geſucht werden; vielmehr offenbart ſich in jedem Naturdinge ein Princip des Seyns, das nicht ſelbſt iſt. Daß nun aber das Unbedingte überhaupt nicht unter dem Prädikat des Seyns gedacht werden könne, folgt von ſelbſt daraus, daß es als Princip alles Seyns an keinem höhern Seyn Theil nehmen kann. Denn wenn alles, was iſt, nur gleichſam die Farbe des Unbedingten iſt, ſo muß das Unbedingte ſelbſt überall durch ſich ſelbſt offenbar werden. Da nun nach Principien der Tranſcendentalphiloſophie alles, was iſt, Conſtruction des Geiſtes iſt, ſo iſt das Seyn ſelbſt nichts anders, als das Conſtruiren ſelbſt, oder, da Conſtruction überhaupt nur als Thätigkeit vorſtellbar iſt, nichts anders, als die höchſte conſtruirende Thätigkeit, die, obgleich ſelbſt nie Objekt, doch Princip alles Objektiven iſt. Die Tranſcendentalphiloſophie weiß alſo von keinem urſprünglichen Seyn. Eben ſo wenig ſoll nun das Seyn in der Naturphiloſophie etwas Urſprüngliches ſeyn; der Begriff des Seyns als eines Urſprünglichen ſoll aus der Naturphiloſophie ſchlechthin eliminirt werden. Dieß und nichts anders ſagt der Satz: die Natur ſoll als unbedingt angeſehen werden.

Nun iſt aber nach allgemeiner Uebereinſtimmung die Natur ſelbſt nichts anders, als der Inbegriff alles Seyns; es wäre daher unmöglich, die Natur als ein Unbedingtes anzuſehen, wenn nicht im Begriff des Seyns ſelbſt die verborgene Spur der Freyheit

entdeckbar wäre. Darum behauptet Schelling: Alles einzelne in der Natur ſey nur eine Form des Seyns ſelbſt, aber = abſoluter Thätigkeit. Denn, wenn das Seyn ſelbſt = Thätigkeit iſt, ſo kann auch das einzelne Seyn nicht abſolute Negation der Thätigkeit ſeyn. Das Naturprodukt müſſen wir uns allerdings unter dem Prädikat des Seyns denken; aber dieſes Seyn ſelbſt iſt von einem höhern Standpunkt angeſehen nichts anders, als eine continuirliche wirkſame Naturthätigkeit, die in ihrem Produkte erloſchen iſt. — Urſprünglich aber iſt für uns in der Natur überhaupt kein einzelnes Seyn vorhanden, denn ſonſt iſt die Unterſuchung nicht Philoſophie, ſondern Empirie. — Wir müſſen, was Objekt iſt, in ſeinem erſten Urſprung erblicken. Vorerſt iſt alſo alles, was in der Natur iſt, und die Natur, als Inbegriff des Seyns, ſelbſt für uns gar nicht vorhanden. Ueber die Natur philoſophiren heißt die Natur ſchaffen. Jede Thätigkeit aber erſtirbt in ihrem Produkte, denn ſie gieng nur auf dieſes Produkt. Die Natur als Produkt kennen wir alſo nicht, wir kennen die Natur nur als thätig — denn philoſophiren läßt ſich über keinen Gegenſtand, der nicht in Thätigkeit zu verſetzen iſt. Philoſophiren über die Natur heißt, ſie aus dem todten Mechanismus, worin ſie befangen erſcheint, herausheben, ſie mit Freyheit gleichſam beleben, und in eigene freye Entwickelung verſetzen.

II. Wie muß die ganze Natur erſcheinen, wenn ſie abſolut thätig iſt? Zur Beantwortung dieſer Frage nimmt Schelling folgenden Satz aus der Transſcendentalphilosophie an:

Abſo-

Abſolute Thätigkeit iſt nicht durch ein endliches, ſondern nur durch ein unendliches Produkt darſtellbar.

Das empiriſch-Unendliche iſt nur die äußere Anſchauung einer abſoluten (intellectuellen) Unendlichkeit, deren Anſchauung urſprünglich in uns iſt, die aber nie zum Bewußtſeyn kommt, ohne äußere empiriſche Darſtellung: der Beweis davon iſt, daß dieſe Anſchauung gerade dann eintritt, wenn die empiriſch-unendliche Reihe vor der Einbildungskraft vernichtet wird. Wenn nämlich nur das Endliche äußerlich angeſchaut werden kann, ſo kann das Unendliche in der äußern Anſchauung gar nicht dargeſtellt werden, als durch eine Endlichkeit, die nie vollendet d. h. ſelbſt unendlich iſt, mit andern Worten, durch das unendlich Werdende, wo dann die Anſchauung des Unendlichen in keinem einzelnen Moment liegt, ſondern nur in einem endlichen Progreſſus erzeugt werden ſoll, — in einem Progreſſus, den aber keine Einbildungskraft aushält, daher dann die Vernunft ſich beſtimmt, die Reihe entweder zu vernichten, oder, was der Mathematiker thut, wenn er eine Größe als unendlich groß oder klein annimmt, eine idealiſche Grenze der Reihe anzunehmen, die aber ſo weit hinausgerückt wird, daß man im praktiſchen Gebrauch niemals über ſie hinaus zu gehen genöthigt werden kann. Die urſprünglich unendliche Reihe entſteht aber nicht durch Zuſammenſetzung, ſondern durch Evolution, durch Evolution einer in ihrem Anfangspunkt ſchon unendlichen Größe, die durch die ganze Reihe hindurch fließt; in dieſer Einen Größe iſt urſprünglich die ganze Unendlichkeit concentrirt, die Succeſſionen in der Reihe bezeichnen nur gleichſam die einzelnen Hemmungen, welche der Ausbreitung jener Größe in eine unend-

endliche Reihe (einen unendlichen Raum), die ſonſt mit unendlicher Geſchwindigkeit geſchehen und keine reale Anſchauung verſtatten würde, continuirlich Schranken ſetzen.

Der eigentliche Begriff alſo für eine empiriſche Unendlichkeit iſt der Begriff einer Thätigkeit, die ins Unendliche fort gehemmt iſt.

Aus alle dieſem zieht Schelling folgende Sätze:

1. Iſt die Natur abſolute Thätigkeit, ſo muß dieſe Thätigkeit als ins Unendliche gehemmt erſcheinen. Der urſprüngliche Grund dieſer Hemmung aber muß, da die Natur ſchlechthin thätig iſt, doch nur wieder in ihr ſelbſt geſucht werden.

2. Die Natur exiſtirt als Produkt nirgends; alle einzelne Produkte in der Natur ſind nur Scheinprodukte, nicht das abſolute Produkt, in welchem die abſolute Thätigkeit ſich erſchöpft, und das immer wird und nie iſt.

Dem erſten Satze zu Folge muß in der Natur eine urſprüngliche Dualität ſchlechthin vorausgeſetzt werden. Denn weiter ableiten läßt ſie ſich nicht, weil ſie die Bedingung iſt, unter welcher allein ein Unendliches überhaupt endlich darſtellbar, d. h. unter welcher überhaupt eine Natur möglich iſt. Durch dieſen urſprünglichen Gegenſatz in ihr ſelbſt wird nun die Natur eigentlich erſt in ſich ſelbſt ganz und beſchloſſen. Da ſie ſich ſelbſt ihre Sphäre giebt, ſo kann keine fremde Macht in ſie eingreifen; alle ihre Geſetze ſind immanent, oder: die Natur iſt ihre eigene Geſetzgeberin. Was in der Natur geſchieht, muß ſich auch aus den thätigen und bewegenden Principien

cipien erklären laſſen, die in ihr ſelbſt liegen, oder: die Natur iſt ſich ſelbſt genug. Beydes läßt ſich in den Satz zuſammenfaſſen: die Natur hat unbedingte Realität; welcher Satz eben das Princip einer Naturphiloſophie iſt.

Die abſolute Naturthätigkeit ſoll als ins Unendliche gehemmt erſcheinen. Dieſe Hemmung der allgemeinen Naturthätigkeit läßt ſich nun allerdings als das Werk entgegengeſetzter Tendenzen in der Natur vorſtellen. Allein ſo bald man unternimmt, aus dieſen entgegengeſetzten Tendenzen die Conſtruction eines endlichen Produkts zu Stande zu bringen, begegnet man einer unauflößlichen Schwierigkeit. Denn man ſetze, daß beyde an einem und demſelben Punkte zuſammentreffen, ſo werden ſich ihre Wirkungen wechſelſeitig gegen einander aufheben, und das Produkt wird = o ſeyn. Eben deßwegen muß aber behauptet werden, daß kein Produkt in der Natur das Produkt ſeyn kann, worin jene entgegengeſetzte Tendenzen abſolut zuſammentreffen, d. i. in welchem die Natur ſelbſt zur Ruhe gelangte. Man muß mit einem Worte alle Permanenz in der Natur ſelbſt ſchlechthin läugnen. Man muß behaupten, daß alles Beharren nur in der Natur als Objekt ſtatt hat, während die Thätigkeit der Natur, als Subjekt, unaufhaltſam fortgeht, und während ſie ſelbſt aller Permanenz continuirlich entgegen arbeitet. Das Hauptproblem der Naturphiloſophie iſt nicht, das Thätige in der Natur, ſondern das Ruhende, Permanente zu erklären. Zu dieſer Erklärung aber gelangt ſie eben durch jene Vorausſetzung, daß das Permanente für die Natur eine Schranke ihrer eigenen Thätigkeit ſey. Denn, wenn dieß iſt, ſo wird die raſtloſe Natur gegen

gen jede Schranke ankämpfen; dadurch werden die Hemmungspunkte ihrer Thätigkeit in der Natur, als Objekt, Permanenz erhalten. Die Hemmungspunkte werden für den Philoſophen durch Produkte bezeichnet ſeyn; jedes Produkt dieſer Art wird eine beſtimmte Sphäre vorſtellen, welche die Natur immer neu erfüllt, und in welche ſich unaufhörlich der Strom ihrer Kraft ergießt.

Ein jedes endliche Produkt muß offenbar nur ein ſcheinbares Produkt ſeyn, wenn in ihm ſelbſt wieder die Unendlichkeit liegt, d. h. wenn es ſelbſt wieder einer unendlichen Entwickelung fähig iſt, denn wenn es zu dieſer Entwickelung käme, ſo würde es überhaupt kein permanentes Daſeyn haben; jedes Produkt, das jetzt in der Natur fixirt erſcheint, würde nur einen Moment exiſtiren, und in continuirlicher Evolution begriffen, ſtets wandelbar, nur erſcheinend vorüberſchwinden. Wie alſo die Natur als ſchlechthin thätig angeſehen werden könne, reducirt ſich auf folgenden Satz:

Die Natur iſt ſchlechthin thätig, wenn in jedem ihrer Produkte der Trieb einer unendlichen Entwickelung liegt.

Die Fähigkeit zur unendlichen Entwickelung eines Produkts kann in ihm nicht ſtatt finden, ohne unendliche Mannichfaltigkeit urſprünglich in ihm vereinigter Tendenzen.

Die urſprünglichen Hemmungspunkte der allgemeinen Naturthätigkeit ſind in den urſprünglichen Qualitäten zu ſuchen. Denn in der Naturphiloſophie müſſen den Conſtruktionen a priori entſprechende äußere Anſchauungen beygeſellet werden. Nun kann eine

ne abſolute Thätigkeit empiriſch nur unter unendlichen Negationen erſcheinen. Es müſſen alſo in der Natur unendliche Negationen einer und derſelben urſprünglichen Thätigkeit durch Analyſis gefunden werden. In dieſen Negationen müßte ein Unbedingtes ſich offenbaren. Nun iſt aber von dem Unbedingten keine poſitive äußere Anſchauung möglich. Es müßte alſo wenigſtens eine negative Darſtellung deſſelben in der äußern Erfahrung verſucht werden. Das Unbedingte war nun das, was, obgleich Princip alles Seyns, doch ſelbſt nie iſt. Alles äußere Seyn aber iſt ein Seyn im Raume. Es müßte alſo in der Erfahrung etwas vorkommen, das, obgleich ſelbſt nicht im Raume, doch Princip aller Erfahrung wäre.

1. Es ſoll ſelbſt nicht im Raume ſeyn. — Was im Raume iſt, darauf kann auch durch phyſiſche Kraft gewirkt werden, es iſt mechaniſch oder chemiſch zerſtörbar. Ein Princip alſo, das nicht ſelbſt im Raume iſt, müßte ſchlechterdings weder mechaniſch noch chemiſch überwältigt werden können. Es findet ſich aber in der Erfahrung nichts der Art vor, außer den urſprünglichen Elementen (Principien) aller Qualität.

2. Es ſoll Princip aller Raumerfüllung ſeyn. — Es müßte demnach dasjenige ſeyn, das, wenn auch die mechaniſche Theilung der Materie ins Unendliche geht, doch jeden noch ſo kleinen Theil der Materie für weitere Theilung erhält, kurz dasjenige, was die unendliche Theilbarkeit der Materie möglich macht. Wäre nun die unendliche Theilbarkeit der Materie unmöglich, ſo müßte man beym Theilen irgend einer Materie endlich auf einen Theil kommen, den man nicht mehr für einen Theil der Materie, d. h. nicht

mehr

mehr als homogen mit derſelben erkennen könnte. Da alſo die Theilbarkeit der Materie ins Unendliche geht, ſo muß jede Materie, ſo weit ſie auch getheilt wird, ins Unendliche homogen bleiben. Die Homogeneität ins Unendliche erkennt man aber allein an der Permanenz der Qualitäten, alſo iſt die Permanenz der Qualitäten Bedingung der Möglichkeit der mechaniſchen Theilung ins Unendliche, ſonach auch die Principien der Qualitäten Principien der Raumerfüllung ſelbſt.

Die urſprünglichen Qualitäten ſind alſo die urſprünglichen negativen Darſtellungen des Unbedingten in der Natur. Da nun das Unbedingte überall = abſoluter Thätigkeit iſt, abſolute Thätigkeit aber empiriſch nur als eine ins Unendliche gehemmte Thätigkeit erſcheinen kann, ſo ſind die urſprünglichen Hemmungspunkte der allgemeinen Naturthätigkeit durch die urſprünglichen Qualitäten für uns beſtimmt.

Hieraus folgert Schelling folgende Sätze:

1. Die Theilbarkeit der Materie muß in einer Rückſicht endlich ſeyn, eben deßwegen, weil ſie in der andern unendlich iſt. Der Atomiſtiker verſehe es nur darin, daß er mechaniſche Atomen, d. h. die Endlichkeit der mechaniſchen Theilbarkeit behaupte. Denn in jedem materiellen Raume müſſe, wie in dem mathematiſchen, kein Theil der abſolut kleinſte ſeyn; was im Raum iſt, iſt im Raum nur vermittelſt einer continuirlich-thätigen Raumerfüllung; in jedem Theil des Raums iſt alſo bewegende Kraft, ſonach auch Beweglichkeit, daher Trennbarkeit jedes noch ſo kleinen Theils der Materie von allen übrigen ins Unendliche. Die urſprünglichen Actionen aber ſind nicht ſelbſt im Raume, ſie können nicht als Theile der Materie ange-

geſehen werden. Schelling's Behauptung kann alſo Princip der dynamiſchen Atomiſtik heißen. Denn jede urſprüngliche Action iſt für ihn eben ſo, wie der Atom für den Corpuscularphiloſophen, wahrhaft individuell, jede iſt in ſich ſelbſt und ganz beſchloſſen, und ſtellt gleichſam eine Naturmonade vor.

2. Jede Qualität iſt eine Action vom beſtimmten Grad, für die es kein anderes Maas giebt, als ihr Produkt.

a. Sie iſt Action überhaupt, alſo nicht ſelbſt Materie; denn wäre ſie ſelbſt Materie, ſo müßte ſie auch im Raume ſelbſt darſtellbar ſeyn. Im Raume aber iſt nur ihre Wirkung darſtellbar, ſie ſelbſt iſt eher als der Raum. Sie iſt eben ſo wenig etwas bloß der urſprünglichen Materie Inhärirendes, wie die Figur; noch auch etwas, das aus der Zuſammenwirkung der Atomen reſultirt.

b. Sie iſt Action, für die man kein Maas hat, als ihr Produkt ſelbſt. Dadurch ſoll ſo viel geſagt werden: die Action ſelbſt, abſtrahirt von ihrem Produkte, iſt nichts. Denn ſie iſt ja nichts anders, als das Produkt ſelbſt, aus einem höhern Standpunkte angeſehen. Man kann alſo nicht erwarten, in das Innere jener Action ſelbſt hineinzuſchauen, und die Größe der Action etwa durch mathematiſche Formeln beſtimmen zu können. Die Naturphiloſophie hat weiter nichts zu thun, als daß ſie das unbedingt empiriſche in dieſen Actionen anerkennt. Denn der Empirismus zur Unbedingtheit erweitert iſt ja Naturphiloſophie.

In allen einzelnen Actionen aber iſt eine und dieſelbe Naturthätigkeit gehemmt. Dieß iſt nicht denk-

denkbar, ohne daß dieſe Actionen Einem und demſelben, gemeinſchaftlich darzuſtellenden, Produkt entgegenſtreben; denn auf ein abſolutes Produkt geht alle Naturthätigkeit. Dazu wird erfordert, daß verſchiedene Actionen in einem und demſelben gemeinſchaftlichen Produkte ſich combiniren können, kurz, daß es zuſammengeſetzte Actionen gebe. Combiniren aber können ſie ſich nicht, ohne wechſelſeitige Receptivität für einander zu haben. Eine Action muß in die andere eingreifen können. Je für zwey verſchiedene Actionen muß es einen gemeinſchaftlichen Punkt geben, in welchem ſie ſich vereinigen. Es kommt alſo hier auf dieſe Aufgabe an:

Da eine unendliche Mannichfaltigkeit von Actionen zuſammen ein abſolutes Produkt darſtellen ſoll, den Punkt zu finden, in welchem dieſe unendliche Mannichfaltigkeit verſchiedener Actionen in der Natur ſich vereinigen könne. Es muß aber hier die Einſchränkung ſtatt finden, daß die Individualität keiner Action dabey zu Grunde gehe. Denn ſonſt wäre die Mannichfaltigkeit vernichtet. Die Auflöſung dieſes Problems giebt Schelling alſo:

Je zwo Actionen ſchränken ſich durch Wechſelwirkung wechſelſeitig ein auf den gemeinſchaftlichen Effekt. Das Streben aller urſprünglichen Tendenzen geht nun überhaupt

a. auf Erfüllung des Raums; ihr Eingreifen in einander iſt alſo Streben nach Erfüllung eines gemeinſchaftlichen Raums, ſo daß in jedem noch ſo kleinen Theil einer gegebenen Materie noch alle Tendenzen anzutreffen wären. Durch dieſes Streben nach Erfüllung eines gemeinſchaftlichen Raums müßte ein ſolcher wirklich continuirlich neu erfüllt werden. — Daher

Ruhe

Ruhe nicht abſolute Negation der Bewegung, ſondern vielmehr gleichförmige Tendenz zur Raumerfüllung, und das Beharren der Materie ſelbſt = einem beſtändigen Reproducirtwerden. — Ferner der erfüllte Raum iſt nur das Phänomen eines Strebens, deſſen Princip ſelbſt nicht im Raume iſt, der Raum wird alſo gleichſam von innen heraus erfüllt. Jenes Streben nach Erfüllung eines gemeinſchaftlichen Raums würde ſich in der Erfahrung durch Widerſtand gegen Aufhebung der gemeinſchaftlichen Raumerfüllung ankündigen, dieß würde das Phänomen von Zuſammenhang — Cohäſion — geben. Die Kraft, mit der jener Aufhebung widerſtanden würde, hieße die Cohäſionskraft. Es kann alſo dieſe keine einfache Kraft, wie die allgemeine Anziehungskraft, ſeyn.

b. Ferner, jede Tendenz iſt eine völlig individuelle und beſtimmte, d. h. ein Streben, den Raum auf beſtimmte Art zu erfüllen. Dieß würde ſich durch Beſtimmtheit der Figur verrathen. In der Natur iſt eine continuirliche Beſtimmtheit der Figur. Daher auch Schelling dem Atomiſtiker darin Recht giebt, daß er den Elementen urſprüngliche Figur beylegt; nur behauptet er, daß es bey den urſprünglichen Actionen nie zur Produktion dieſer urſprünglichen Figuren kommt, noch kommen kann, daß alſo jene urſprüngliche Geſtalten in der Natur nirgends exiſtiren, weil keine einfache Action in der Natur anzutreffen iſt.

Nun ſoll aber jede Action durch die Unendlichkeit aller übrigen eingeſchränkt ſeyn, alle zuſammen alſo werden wechſelſeitig in ihren Produktionen ſich ſtören, keine wird es bey der andern zur Produktion

der urſprünglichen Figur kommen laſſen, d. h. ſie werden ſich wechſelſeitig auf Geſtaltloſigkeit reduciren.

Das Geſtaltloſe = dem Flüſſigen. Das Flüſſige iſt nicht das abſolut Formloſe, ſondern das jeder Geſtalt Empfängliche, eben deßwegen Geſtaltloſe. Das Flüſſige überhaupt muß definirt werden, als eine Maſſe, worin kein Theil vom andern durch Figur ſich unterſcheidet.

Die urſprünglichſte und abſoluteſte Combination entgegengeſetzter Actionen in der Natur muß ſonach die urſprünglichſte Flüſſigkeit hervorbringen, die, weil jene Combination beſtändig vor ſich geht, als ein allgemein verbreitetes Weſen ſich darſtellen wird, das der Nichtflüſſigkeit (Starrheit) ſchlechthin entgegenwirkt, und continuirlich beſtrebt iſt, alles in der Natur zu fluidiſiren.

Dieſes Princip wird Wärmeprincip genannt, das ſonach keine einfache Subſtanz, überhaupt keine Materie, ſondern immer nur Phänomen der beſtändig verminderten Capacität (der urſprünglichen Actionen für einander) und daher in der Natur Beweis des beſtändig fortdauernden Organiſationsprozeſſes iſt.

Wäre nun die Natur nichts, was dem fluidiſirenden Princip das Gegengewicht hielte, ſo würde ſich die ganze Natur in eine allgemeine Continuität auflöſen. Dieſer Verallgemeinerung aber widerſtrebt die Individualität der urſprünglichen Actionen. Auch ſoll in dem abſoluten Produkte zugleich mit der vollkommenſten Combination die allgemeine Individualität aller Actionen erhalten werden.

Da nun in der Natur alles — oder vielmehr, da eben jenes abſolute Produkt — continuirlich im

Werden begriffen iſt, ſo wird es in demſelben weder zur abſoluten Flüſſigkeit, noch zur abſoluten Nicht-flüſſigkeit kommen können. Dieß wird das Schau-ſpiel eines Kampfes zwiſchen der Form und dem form-loſen geben. Jenes immer werdende Produkt wird continuirlich auf dem Sprunge vom Flüſſigen ins Feſte, und umgekehrt auf dem Rückgange vom Feſten ins Flüſſige begriffen ſeyn.

Es wird, da jener Kampf endlos iſt, alle inner-halb der Sphäre, die es begreift, mögliche Geſtal-ten durchlaufen, und in alle ſich verwandeln.

Es wird allmählig alle Qualitäten, ſo unendlich mannichfaltig ſie ſeyn mögen, aſſimilirend in ſeinen Kreis ziehen, und gleichſam durch unendlich viele Verſuche hindurch die Proportion ſuchen, in welcher jene allgemeine Vereinigung aller individuellen Actio-nen der Natur in einem gemeinſchaftlichen Produkte erreichbar iſt. Durch dieſen Trieb aber, alles Indi-viduelle in der Natur in ſich zu vereinigen, wird auch zum voraus ein gewiſſer Kreis möglicher Geſtal-ten für daſſelbe beſtimmt ſeyn. Man wird daher verſucht werden, zu glauben, daß bey allen verſchie-denen Geſtaltungen, welche es durchwandelt, der ſchöpferiſchen, in ihr wirkſamen, Natur ein gemein-ſchaftliches Ideal vorgeſchwebt habe, dem das Pro-dukt allmählig ſich annähert; die verſchiedenen For-men ſelbſt, in die es ſich begiebt, werden nur als verſchiedene Stufen der Entwickelung einer und der-ſelben abſoluten Organiſation erſcheinen.

1. Die ganze Natur ſoll einem immer werden-den Produkte gleich ſeyn. Die geſammte Natur alſo muß in beſtändiger Bildung begriffen ſeyn, und al-les muß in jenen allgemeinen Bildungsprozeß eingreifen.

Alles, was in der Natur iſt, muß angeſehen werden als ein Gewordenes. Keine Materie der Natur iſt primitiv, denn es exiſtirt eine unendliche Mannichfaltigkeit urſprünglicher Actionen. Dieſe Actionen zuſammen ſollen nur ein abſolutes Produkt darſtellen. Die Natur alſo muß ſie combiniren. Es muß daher ein allgemeiner Zwang zur Combination durch die ganze Natur ſtatt finden, denn man ſieht nicht ein, wie und warum er Schranken haben ſollte, er iſt unbedingt. In jeder Materie alſo iſt Combination, keine Materie alſo primitiv.

Da aber jede Materie ſich von der andern unterſcheidet, ſo iſt jede Materie Produkt einer beſondern Naturoperation. Dieſe verſchiedenen Naturoperationen müſſen a priori abgeleitet werden, um die Möglichkeit einer ſpecifiſchen Verſchiedenheit der Materie einzuſehen.

2. Keine Materie der Natur iſt einfach. Denn da ein allgemeiner Zwang zur Combination der Elementar-Actionen in der Natur herrſcht, ſo kann keine Action für ſich eine Form oder Geſtalt produciren, jede Materie iſt durch Combination entſtanden. Aus der Erfahrung läßt ſich dagegen nichts aufbringen, denn daß es indecomponible Materien giebt, wird ſelbſt als nothwendig folgen.

3. Alle Verſchiedenheit der Naturprodukte kann nur von der verſchiedenen Proportion der Actionen herrühren. Alle Mannichfaltigkeit der Natur iſt allein in den Elementar-Actionen zu ſuchen, die Materie iſt überall Eine, nur die Proportionen der urſprünglichen Combination ſind verſchieden. Da der Zwang zur Combination durch die ganze Natur ſtatt findet, ſo muß in jedem Produkt die ganze Natur urſprüng-

urſprünglich ſich durchdringen. In jeder Materie ſind alle urſprüngliche Actionen urſprünglich enthalten. Aber nur zum Abſolutflüſſigen können alle urſprüngliche Actionen, ihrer Individualität unbeſchadet, ſich vereinigen. Das Abſolutflüſſige aber kann kein Daſeyn anders als durch Decompoſition offenbaren. Indecomponirt iſt es für die Empfindung = o, denn in ihm heben alle Actionen ſich wechſelſeitig auf, ſo, daß keine die andere bis zu irgend einem ſenſibeln Effekt kommen läßt. Aber das Abſolutflüſſige iſt ſeiner Natur nach das decomponibelſte, denn es iſt in ihm das vollkommenſte Gleichgewicht der Actionen, das ſonach durch die leiſeſte Veränderung geſtört wird.

Als das urſprüngliche Phänomen der abſoluten Flüſſigkeit iſt die Feuer- oder Wärmematerie bekannt. Dieſe ſcheint zu entſtehen oder zu verſchwinden, wo eine bloß quantitative Verminderung oder Vermehrung der Capacität vorgeht, und man hat bey ihr noch keine Dualität oder Decompoſition in entgegengeſetzte Actionen, wie z. B. bey der Elektricität, wahrnehmen können. Dieß eben iſt der Beweis, daß in dieſer urſprünglichen aller Flüſſigkeiten die vollkommenſte Combination noch ungeſtört erſcheint.

Dagegen bringt auch die leiſeſte Berührung heterogener Körper Phänomene von Elektricität hervor, und da Wärme ſowohl als Elektricität durch Reibung erregt wird, ſo ſcheint es, daß bey jedem Zuſammenſtoßen verſchiedener Körper die abſolute Flüſſigkeit, die ſie alle durchdringt — beydes, mechaniſch aus dem Gleichgewicht, und dynamiſch aus ihrer urſprünglichen Combination geſetzt werde. Jenes giebt das Phänomen der frey werdenden Wärme, dieſes das Phänomen der Elektricität. Es komme auch wirklich

beynahe kein chemiſcher Prozeß vor, bey welchem Wärme entſtehe oder verſchwinde, welcher nicht auch Spuren erregter Elektricität zeigte.

4. Keine Materie kann den Zuſtand der abſoluten Flüſſigkeit verlaſſen, ohne daß irgend eine Action das Uebergewicht erlange. Es kann aber keine Action das Uebergewicht erlangen, ohne daß eine andere dagegen unterdrückt, oder völlig ausgelöſcht werde. Je größer daher der Zuſtand der Starrheit, deſto ſcheinbar einfacher die Subſtanz. Aber keine Subſtanz iſt einfach. Jede ſcheinbar einfache, d. h. indecomponible Subſtanz iſt das Reſiduum des allgemeinen Bildungsprozeſſes, und obgleich wir der Mittel entbehren, ihre Elemente wieder in wechſelſeitige Unabhängigkeit, und die in ihnen unterdrückten Actionen in Freyheit zu ſetzen, ſo könnte doch die Natur Mittel haben, es zu bewerkſtelligen, und ſo dieſe todten Materien aufs neue in den allgemeinen Organiſationsproceß aufzunehmen. Indeß ſey es a priori beweislich, daß es in der Natur indecomponible Subſtanzen geben müſſe; denn der allgemeine Bildungsprozeß der Natur iſt nur in ſo fern unendlich, als er continuirlich in ſich ſelbſt zurückläuft. Es muß alſo allerdings in dieſem Prozeß zu letzten Produkten kommen, welche die Natur in der urſprünglichen Richtung nicht weiter ausbilden kann, mit denen ſie daher genöthigt iſt, den umgekehrten Weg einzuſchlagen, und ſie in der entgegengeſetzten Richtung zu bearbeiten.

Daher iſt es wahrſcheinlich, daß im Großen derſelbe Gegenſatz in der Natur ſtatt findet, der im Kleinen bemerklich iſt, nämlich daß die Natur von der einen Seite das indecomponible durch Compoſition,

tion, und das indecomponible durch Decompoſition bildſam macht. Es iſt möglich, daß z. B. auf den Sonnen im Ganzen der umgekehrte Prozeß von dem, welcher auf den Planeten ſtatt findet, im Gange iſt.

6. Für jetzt ſind zweyerley Klaſſen von Naturprodukten bekannt, deren eine die abſolut incomponiblen, die andere die abſolut indecomponiblen Subſtanzen in ſich begreift. Aber die Natur kann weder dieſe noch jene dulden; denn überhaupt duldet die Natur kein letztes Produkt, nichts Permanentes, auf immer Fixirtes. Die Richtung aller Naturthätigkeit wird alſo auf mittlere Produkte, auf Materien, die abſolut componibel und abſolut decomponibel zugleich ſind, gehen, und in der Natur werden permanente Prozeſſe erſcheinen, durch welche das Incomponible beſtändig decomponirt, und das Indecomponible beſtändig componirt wird. Dieſe Prozeſſe, weil ſie permanent ſind, weil alſo auch ihre Bedingungen beſtändig exiſtiren, werden den Schein von Produkten haben.

7. Dieſe Produkte ſollen nun zwiſchen beyden Extremen, dem abſolut decomponibeln und dem abſolut indecomponibeln, in der Mitte liegen.

Um abſolut decomponibel zu ſeyn, müßte ein ſolches Produkt dem abſolut Flüſſigen ſich annähern, d. h. alle Elementaractionen in der vollkommenſten Combination in ſich vereinigen. Um abſolut componibel zu ſeyn, müßten die Actionen in ihm beſtändig aus ihrer Combination geſetzt werden, es müßte ein beſtändig geſtörtes Gleichgewicht der Actionen ſtatt finden d. h. es müßte ſich dem Feſten annähern. Aber es ſoll zu keinem von beyden kommen.

Es müßte demnach in dieſem Produkt zugleich die größte Freyheit, und die größte Bindung der Actio-

tionen von einander ſtatt finden. Dabey wird zuerſt jede Action die andere hindern, ihre urſprüngliche Figur zu produciren. Allein es ſind verſchiedene Grade der Intenſität jeder Action möglich. Jede Action wird alſo auf jeder Stufe eine andere Action ſeyn. Allein auf jeder Stufe findet ſie auch ihren Antagoniſten. Es wird alſo das Produkt überhaupt gleich ſeyn einer Reihe, in welcher poſitive und negative Größen beſtändig ſich ſuccediren. Innerhalb dieſer Reihe aber kann das Produkt nicht gehemmt werden, denn es wäre entweder $= 1 - 1 + 1 - 1$, d. h. $= 0$, oder es müßte irgend eine poſitive Action das Uebergewicht erlangen. Keines von beyden ſoll geſchehen. Das Produkt kann alſo überhaupt nicht gehemmt werden, es muß immer nur im Werden begriffen ſeyn.

Indem die Actionen decombinirt werden, wird jede, ſich ſelbſt überlaſſen, produciren, was ſie ihrer Natur nach produciren muß. In ſo fern wird in jenem Produkt ein beſtändiger Trieb zur freyen Geſtaltung ſeyn. Indem die Actionen continuirlich neu combinirt werden, wird keine in Anſehung ihrer Produktionen frey bleiben. Es wird alſo Zwang und Freyheit zugleich in dem Produkte ſeyn.

Da beſtändig Actionen in Freyheit geſetzt und wieder gebunden werden, und da unendlich verſchiedene Combinationen, und in jeder Combination wieder eine Menge verſchiedener Proportionen möglich ſind, ſo wird in dieſem Produkt continuirlich neue und eigenthümliche Materie urſprünglich erzeugt werden, von der es zwar möglich iſt, durch chemiſche Kunſt die Elemente derſelben, nicht aber die Combination

nation ſelbſt, d. h. die Proportion der Combination zu finden.

Da jede Action höchſt individuell iſt, und da jede ſich beſtrebt zu produciren, was ſie ihrer Natur nach produciren muß, ſo wird dieß das Schauſpiel eines Streits geben, in welchem keine Kraft ſiegt, oder ganz unterliegt. Keine einzelne Potenz würde für ſich das Ganze hervorbringen, wohl aber alle zuſammen. Das Produkt liegt nicht im einzelnen, ſondern es liegt in allen zuſammen, denn es iſt ja ſelbſt nichts anders, als das äußere Phänomen oder der ſichtbare Ausdruck jener beſtändig unterhaltenen Combination und Decombination der Elemente.

Das Produkt, da es ein gemeinſchaftliches iſt aus vielen verſchiedenen zuſammenwirkenden Thätigkeiten, hat den Schein des Zufälligen, und iſt doch, da bey dieſer beſtimmten urſprünglichen Intenſität jeder individuellen Action, und bey dieſer beſtimmten Proportion ihrer Vereinigung, nur ein ſolches hervorkommen kann, blindes Naturprodukt. Es iſt alſo in ihm Zufälliges und Nothwendiges urſprünglich vereinigt.

Es iſt aber der Tendenz zur freyen Entwickelung des Produkts gleichſam eine Sphäre vorgeſchrieben, über deren Grenzen ſie nie ſchreiten kann, und in welche ſie beſtändig zurückkehrt. Dieſe Sphäre wird ſelbſt wieder unendlich ſeyn. Denn da es überhaupt nicht zum Produkt kommen kann, ohne daß die Actionen ſich in wechſelſeitigen Zwang erhalten, jede einzelne Action aber dieſem Zwange widerſtrebt, ſo wird erſt durch unendlich viele Verſuche hindurch diejenige Proportion gefunden werden, in welcher ne-

ben der größten Freyheit der Actionen zugleich die vollkommene wechſelſeitige Bildung möglich iſt.

Für die Proportion der Actionen überhaupt aber haben wir keinen andern Ausdruck als die producirte Geſtalt. Wenn nun das Produkt alle mögliche Geſtaltungen vermittelſt ſteter Uebergänge producirte, und von Proportion in Proportion durch unmerkliche Abſtufungen übergienge; ſo würde ein beſtändiges Verfließen der Form oder Geſtalt in die andere, eben deßwegen aber nichts Entſchiedenes, Fixirtes, nicht einmal Etwas, das ſcheinbares Produkt wäre, in der Natur vorkommen.

Nun ſoll aber jene unendliche Naturthätigkeit, die in allen einzelnen Actionen ſich regt, empiriſch ſich darſtellen. Es iſt alſo nothwendig, daß jenes unendliche Produkt auf jeder Stufe des Werdens fixirt werde.

Das Produkt aber iſt nichts anders, als die auf beſtimmte Art wirkſame Natur ſelbſt, das Hemmen des Produkts alſo zugleich ein Hemmen der Natur ſelbſt, die Natur aber iſt nur thätig, ohne daß dieſes Gehemmtwerden in anderer Rückſicht ſelbſt wieder = Thätigkeit ſey.

Nun kommt es darauf an, anzugeben, wie die Natur ihr Produkt auf einzelnen Entwickelungsſtufen hemmen könne, ohne daß ſie ſelbſt aufhöre, thätig zu ſeyn.

Herr Schelling löſt dieſes Räthſel ſo:

1. Die Entwickelung des abſoluten Produkts, in welchem die Naturthätigkeit ſich ſelbſt erſchöpfen würde, iſt nichts anders, als eine Bildung ins unend-

endliche. Bildung aber iſt nichts anders als Geſtaltung. Die verſchiedenen Stufen der Entwickelung ſind alſo nichts anders, als verſchiedene Stufen der Bildung oder der Geſtaltung. Jedes einzelne Naturprodukt durchläuft bis zu dem Punkt, bey welchem es gehemmt wird, alle mögliche Geſtaltungen, nur daß es zur wirklichen Produktion bey keiner derſelben kommt. Jede Geſtaltung aber iſt ſelbſt nur das Phänomen einer beſtimmten Proportion, welche die Natur zwiſchen entgegengeſetzten, wechſelſeitig ſich einſchränkenden Actionen erreicht. So vielerley Proportionen dieſer Actionen möglich ſind, ſo vielerley verſchiedene Geſtaltungen und ſo vielerley Entwickelungsſtufen.

Jede Stufe der Entwickelung hat alſo einen eigenthümlichen Charakter. Auf jeder Stufe der Entwickelung iſt die bildende Natur auf eine beſtimmte Geſtalt eingeſchränkt, in Anſehung dieſer Geſtalt iſt ſie völlig gebunden, in der Produktion dieſer Geſtalt wird ſie gar keine Freyheit zeigen.

2. Der Natur iſt aber das Individuelle zuwider, ſie verlangt nach dem Abſoluten, und iſt continuirlich beſtrebt, es darzuſtellen. Sie ſucht die allgemeinſte Proportion, in welcher alle Actionen, ihrer Individualität unbeſchadet, vereinigt werden können. Die individuellen Produkte alſo, bey welchen ihre Thätigkeit ſtille ſteht, könnten nur als mißlungene Verſuche, eine ſolche Proportion zu erreichen, angeſehen werden.

Ob nun aber in der Natur ſich etwas vorfinde, das uns zu einer ſolchen Annahme berechtigt, ſucht Schelling auf folgende Art darzuthun:

A. Hät-

A. Hätte die Natur die wahre Proportion für die Vereinigung einer Mannichfaltigkeit von Actionen gefunden oder getroffen, ſo müßte ſie dieſe Actionen in einem gemeinſchaftlichen Produkte darſtellen können. Der Beweis alſo, daß ſie eine ſolche Proportion nicht getroffen, wäre, wenn in dem Produkte, ſobald es auf einer gewiſſen Stufe der Bildung angekommen iſt, eine Entzweyung der Actionen vorgienge, oder da die gemeinſchaftliche Thätigkeit der Actionen als Bildungstrieb ſich offenbart, wenn auf einer gewiſſen Stufe der Bildung der im Produkte rege Bildungstrieb in entgegengeſetzte Tendenzen ſich trennte, ſo daß die Natur genöthigt wäre, ihr Produkt nach entgegengeſetzten Richtungen auszubilden.

B. Es muß bewieſen werden, daß die Trennung in verſchiedene Geſchlechter eben die Trennung ſey, welche als der Grund der Hemmung in den Produktionen der Natur angegeben iſt, d. h. es muß gezeigt werden, daß die Natur durch dieſe Trennung wirklich in ihren Produktionen gehemmt werde, ohne daß ſie deßwegen aufhört thätig zu ſeyn.

1. Vom Augenblicke der Entzweyung an wird das Produkt den Charakter der Entwickelungsſtufe, auf welcher es ſtand, nicht mehr vollſtändig ausdrükken. Es wird alſo kein vollendetes Produkt, kein Produkt ſeyn, auf welches zu wirken die Natur aufhören würde, obgleich allerdings ſeine weitere Entwickelung durch jene Trennung geſtört und alſo auf dieſer Stufe gehemmt iſt. Welche Thätigkeit wird aber die Natur in dieſem Produkte ausüben?

Vorerſt wenn einmal das Produkt in entgegengeſetzte Richtungen ſich trennt, oder in eine einſeitige Richtung ausſchlägt, wird die Natur, die nie aufhören

hören kann, thätig zu ſeyn, entweder nach beyden, oder nach einer dieſer Richtungen hin, die Bildung des Produkts bis aufs äußerſte verfolgen, ſo daß das Produkt nach jeder Richtung hin ſich vom allgemeinen Charakter einer Entwickelungsſtufe ſo weit als möglich entfernt. Mit andern Worten: die Natur wird die Individualiſirung des Produkts nach beyden Richtungen aufs höchſte treiben. Daher der höchſte Moment der Naturthätigkeit in ihr.

2. Wäre die höchſte Stufe der Individualität nach beyden Richtungen hin erreicht, ſo könnte die Organiſation allerdings ferner nicht Objekt der Naturthätigkeit, wohl aber Mittel und Inſtrument ſeyn.

Iſt jene höchſte Stufe erreicht, ſo ſind beyde Richtungen als entgegengeſetzte anzuſehen, ſie verhalten ſich zu einander, wie poſitive und negative Größen. Allein weder die eine noch die andere dieſer Richtungen könnte das ſeyn, worin die Naturthätigkeit ſich erſchöpfte, denn dieſer iſt überhaupt das Individuelle zuwider.

Die entgegengeſetzten Naturthätigkeiten, welche in dem Produkt nach entgegengeſetzten Richtungen wirkſam ſind, werden immer unabhängiger von einander; je unabhängiger ſie von einander werden, deſto mehr wird das Gleichgewicht innerhalb der beſtimmten Naturſphäre, welche durch ſie beſchrieben wird, geſtört. Sind ſie auf dem höchſten Gipfel der wechſelſeitigen Unabhängigkeit angekommen, ſo iſt auch der höchſte Moment des geſtörten Gleichgewichts erreicht.

Allein in der Natur iſt der höchſte Moment des geſtörten Gleichgewichts mit dem der Wiederherſtel-

lung

lung des Gleichgewichts einer und derſelbe. Zwiſchen beyden verfließt keine Zeit. Jene entgegengeſetzte Thätigkeiten alſo müſſen nach einem nothwendigen und allgemeinen Naturgeſetze ſich combiniren. Das Produkt wird ein Gemeinſchaftliches aus den beyden entgegengeſetzten Richtungen ſeyn, die Natur wird ſo durch einen Kreislauf wieder zu dem Punkte zurückgekommen ſeyn, welchen ſie verlaſſen hatte, das Produkt wird gleichſam ſelbſt zurückgekehrt ſeyn, und den allgemeinen Charakter ſeiner Entwickelungsſtufe wieder angenommen haben.

Von dieſem Augenblicke an, da das Gemeinſchaftliche geſichert iſt, wird die Natur das Individuelle verlaſſen, wird aufhören, in ihm thätig zu ſeyn, oder vielmehr, ſie wird anfangen, darauf entgegengeſetzte Wirkung auszuüben; von nun an wird das Individuelle eine Schranke ihrer Thätigkeit ſeyn, welche ſie zu zerſtören arbeitet.

Das Individuum alſo muß Mittel, die Gattung Zweck der Natur ſcheinen — das Individuelle untergehen und die Gattung bleiben — wenn es wahr iſt, daß die einzelnen Produkte in der Natur, als mißlungene Verſuche, das Abſolute darzuſtellen, angeſehen werden müſſen.

3. Das gemeinſchaftliche Produkt wird wieder dieſelben Entwickelungsſtufen vom Flüſſigen durchlaufen, bis zu derjenigen Stufe, auf welcher es abermals für Eine beſtimmte Richtung ſich entſcheiden muß, oder in zwo entgegengeſetzte Richtungen ausſchlägt, von welchem Moment an die Natur ihre vorige Handlungsweiſe wieder annimmt.

Die Verſchiedenheit der Geſchlechter iſt alſo der einzige Grund, warum organiſche Naturprodukte über-

haupt

haupt fixirt erſcheinen. Herr Schelling folgert hieraus dieſe Sätze:

1. Die Verſchiedenheit der Organiſationen reducirt ſich zuletzt allein auf die Verſchiedenheit der Stufen, auf welche ſie in entgegengeſetzte Geſchlechter ſich trennen.

Denn da die Organiſationen überhaupt nur als eine auf verſchiedenen Entwickelungsſtufen gehemmte Organiſation anzuſehen ſind, dieſe Hemmung aber allein durch jene Trennung bewirkt wird, ſo hängt alle Verſchiedenheit der Organiſationen von den verſchiedenen Stufen ab, auf welchen jene Trennung folgt. Es wird alſo auch die Bildung jeder Organiſation bis zu der Stufe, auf welcher jene Trennung bey ihr geſchieht, mit der Bildung aller übrigen ganz gleichförmig geſchehen, die individuelle Bildung jeder Organiſation fängt erſt mit der Ausbildung des Geſchlechts an.

Auf welcher Stelle aber jene Trennung geſchehe, kann allein von der Proportion der Actionen, welche in jeder Organiſation urſprünglich getroffen iſt, abhängen. Jede Organiſation alſo drückt den Charakter einer gewiſſen Entwickelungsſtufe nicht nur, ſondern auch einer beſtimmten Proportion der urſprünglichen Actionen aus. Aber ſie drückt dieſen Charakter nicht vollſtändig aus, weil ſie auf jener Stufe nicht gehemmt werden konnte, ohne ſich in entgegengeſetzte Richtungen zu trennen. Das Gemeinſchaftliche nun, das kein einzelnes Individuum ganz, aber doch alle zuſammen ausdrücken, heißt Gattung. In organiſchen Produkten iſt alſo nothwendig Gattung und Individuum.

2. Or-

2. Organiſationen, welche auf derſelben Entwickelungsſtufe gehemmt ſind, müſſen auch in Anſehung ihrer zeugenden Kräfte homogen ſeyn.

Wenn aber in der Natur etwas Individuelles zugegeben wird, ſo kann nach Schelling kein Leben der organiſchen Körper ohne Auſſenwelt ſtatt finden. Allein dieſer äußere Einfluß iſt ſelbſt wieder beſtimmt durch die organiſche Thätigkeit, daher wirkt keine äußere Thätigkeit im organiſchen Körper ihrer eigenthümlichen Natur gemäß chemiſch, darum ſcheinen die chemiſchen Kräfte in Anſehung deſſelben aufgehoben. Aber keine Thätigkeit kann aufgehoben werden, als durch eine entgegengeſetzte. Dieſe entgegengeſetzte liegt im organiſchen Körper, als einem geſchloſſenen Syſtem. Denn gegen jede äußere Einwirkung veranſtaltet das organiſche Syſtem in jedem Augenblicke einen Antagonismus, der jener das Gleichgewicht hält.

Ueberhaupt beruht das ganze Geheimniß auf den Gegenſatz zwiſchen Innerm und Aeußerm. Denn nun wird gegen jede innere Thätigkeit, d. h. gegen jede Thätigkeit, die ſich ſelbſt zum Mittelpunkt conſtituirt, die äußere Natur ankämpfen. Durch dieſen Antagonismus wird die innere Thätigkeit ſelbſt zu produciren genöthigt werden, was ſie ohne denſelben nicht producirt hätte. Die organiſche Geſtalt und Struktur z. B. wohin auch die Mannichfaltigkeit einzelner Organe gehört, deren jedes ſich ſeine beſondere Funktion nimmt, iſt die einzige Form, unter welcher die innere Thätigkeit gegen die äußere ſich behaupten kann. Die Bildung ſelbſt iſt alſo ſchon eine Wirkung jener allgemeinen organiſchen Eigenſchaft der Reizbarkeit (der Erregbarkeit durch äußere Einflüſſe). Umgekehrt

gekehrt auch wird das äußere durch organiſche Reaction zu einer höhern Wirkungsart gleichſam geſteigert, und ſo allein erhebt ſich das Organiſche über das Todte.

Es beſteht alſo das Individuelle nur durch Andrang einer äußern Natur. Aber Inneres und Aeußeres ſcheidet ſich nur im Act der Entgegenſetzung, es muß alſo zwiſchen dem Individuellen und ſeiner äußern Natur eine wechſelſeitige Entgegenſetzung ſeyn, d. h. wenn jenes in Bezug auf dieſe organiſch iſt, muß dieſe in Bezug auf jenes anorgiſch ſeyn. Alſo: keine organiſche Natur, keine anorgiſche; keine anorgiſche, keine organiſche.

Aber wenn ſo Organiſches und Anorgiſches nothwendig coexiſtirt, ſo können auch die Funktionen des Organismus nicht anders, als nur im Gegenſatz gegen jenes Anorgiſche abgeleitet werden.

Aber umgekehrt auch, wenn die Funktionen des Organismus nur unter der Bedingung einer beſtimmten Außenwelt möglich ſind, muß die Organiſation und ihre Außenwelt wieder gemeinſchaftlichen Urſprungs, d. h. ſie müſſen wieder einem Produkte gleich ſeyn. Die Funktionen ſind ſich aber entgegengeſetzt. Entgegengeſetzte können ſich jedoch nicht vereinigen, als nur in ſo fern ſie einem dritten höhern wieder gemeinſchaftlich entgegengeſetzt ſind. Aber in dem Act der Entgegenſetzung ſcheidet ſich Inneres vom Aeußern. Es müßte alſo die Organiſation und ihre Außenwelt in Bezug auf ein anderes Aeußeres zuſammen wieder ein Inneres, d. h. wieder ein Organiſches ſeyn. Dieß wäre aber nur auf folgende Art vorſtellbar. Das Organiſche ſetzt eine Außenwelt, und zwar eine Außenwelt voraus, die eine beſtimmte, perma-

nente Thätigkeit gegen das Organiſche ausübt. Nun könnte ja aber dieſe Thätigkeit der Außenwelt ſelbſt wieder eine erregte ſeyn; nur daß ſie permanent iſt, iſt ſogar nicht anders erklärbar, als durch ein beſtändiges Erregtwerden. Alſo ſetzte die anorgiſche Außenwelt wieder eine andere Außenwelt voraus, in Bezug auf welche ſie ein Inneres wäre. Da nun die Thätigkeit des urſprünglich Organiſchen allein durch die entgegenſtrebende Thätigkeit ſeiner Außenwelt erregt wird, dieſe ſelbſt aber wiederum durch eine äußere Thätigkeit unterhalten wird, ſo wäre das urſprünglich Organiſche zuſammt der Außenwelt, welcher es ſich unmittelbar entgegenſetzt, ein drittes, d. h. wieder gemeinſchaftlich ein Inneres, in Bezug auf ein drittes Aeußeres.

Das urſprünglich Organiſche nun iſt unmittelbar bedingt durch ſeine anorgiſche Außenwelt, dieſes alſo treibt uns nicht weiter auf ein drittes. Es müßte ſich demnach zeigen laſſen, daß das Anorgiſche, als ſolches, ſeiner Natur nach nicht beſtehen kann ohne ein Aeußeres, das auf ihn Einfluß hat, auch müßte die Art dieſes Einfluſſes ſelbſt beſtimmt werden.

Wenn man nun von allem, was dem Organiſchen zugeſchrieben worden, dem Anorgiſchen das Gegentheil beylegt, ſo erhält man folgende Beſtimmungen.

Wenn in der organiſchen Natur nur die Gattung fixirt iſt, ſo muß in der anorgiſchen gerade umgekehrt das Individuelle fixirt ſeyn. Aber das Individuelle iſt ſelbſt nur beſtimmbar im Gegenſatz gegen die Gattung, es wird alſo auch nichts wahrhaft Individuelles in ihr ſeyn können. Es wird keine Reproduktion der Gattung durch das Individuum ſtatt

finden.

finden. Die Extreme werden in ihr nicht wie in der organiſchen Natur ſich berühren, ſondern ſich fliehen. Die Materie in ihr wird ſich auf der einen Seite in das abſolut Indecomponible, auf der andern in das abſolut Incomponible verlieren. Aber es ſoll zwiſchen ihr und der organiſchen Natur eine unmittelbare Berührung möglich ſeyn. Es werden alſo in ihr gewiſſe Zwiſchenmaterien ſeyn, in welchen das Indecomponible mit dem Incomponiblen verbunden iſt, aber dieſe Materien müſſen ohne alle Geſtaltung ſeyn, denn auf das Organiſche kann nur das Geſtaltloſe unmittelbar einfließen. Es wird alſo in ihr eine Mannichfaltigkeit von Materien ſeyn, aber zwiſchen dieſen Materien wird ein bloßes Neben- und Außereinanderſeyn ſtatt finden. Kurz die anorgiſche Natur iſt bloß Maſſe.

Aber dieſe Materien, ebendeßwegen, weil keine wechſelſeitige Verſchmelzung zwiſchen ihnen möglich iſt, müſſen doch durch irgend eine äußere Urſache zuſammengehalten werden; dieß wäre nicht möglich, als wenn etwa eine äußere Urſache in dieſen Materien bis auf ihre kleinſten Theile herab eine wechſelſeitige Tendenz zur Intusſuſception unterhielte. Eine äußere Urſache müßte es ſeyn, weil in dieſen Materien keine eigene Tendenz zur wechſelſeitigen Intusſuſception ſeyn kann.

Aber ſo wäre dieſe anorgiſche Maſſe in Bezug auf jenes Aeußere, das jene Tendenz unterhielte, ſelbſt wieder ein Inneres, ſonach ein Organiſches d. h. ein Organiſches, das immer organiſirt wird, und nie organiſirt iſt.

Aber was in Bezug auf das Organiſche ein Aeußeres iſt, iſt ein Anorgiſches. Alſo müßte jene

äußere Urſache ſelbſt wieder anorgiſch d. h. ſelbſt wieder nur Maſſe ſeyn.

Aber damit ſie Maſſe d. h. ein Neben- und Außereinanderſeyn ohne wirkliche Verbindung ſey, bedarf es wiederum einer andern äußern Urſache, die durch ihren Einfluß in allen ihren Theilen die Tendenz zur wechſelſeitigen Combination unterhält, ohne daß es doch je zur Combination ſelbſt käme, und ſo ins Unendliche fort.

Ins Unendliche fort ſoll alſo eine Maſſe ſo auf die andere influiren, daß ihre Theile alle eine gemeinſchaftliche Tendenz gegen einander haben, dieſe Influenz muß ſich alſo bis auf die kleinſten Theile der Materie erſtrecken, oder ihre Intenſität muß durchaus der Maſſe proportional ſeyn.

Aber jede Influenz iſt auch nothwendig eine beſtimmte in Anſehung ihrer Intenſität, oder ſie kann nur innerhalb eines beſtimmten Raums mit einem gewiſſen Grad wirkſam ſeyn, dieſer Raum kann nun ſo groß oder ſo klein angenommen werden, als man will, nur daß es, wenn er immerfort erweitert würde, zu einer Ausdehnung kommen könnte, bey welcher der Grad der Wirkung jener Influenz ein evaneſcirender wäre.

Soll alſo Maſſe auf Maſſe mit einem gewiſſen Grade influiren, ſo muß auch das Raumverhältniß dieſer Maſſen gegen einander beſtimmt ſeyn, d. h. ſie müſſen in einer gewiſſen Nähe oder Ferne von einander erhalten werden.

Dieſes Raumverhältniß nun zu erklären laſſen ſich zwey einander entgegengeſetzte Syſteme denken, nämlich

1. das bekannte atomiſtiſche, und

2. das dynamiſche von Kant aufgeſtellte Syſtem. Herr Schelling bemerkt, daß Kant in ſeiner Dynamik den Begriff der Materie lediglich analytiſch behandelt und ſich wohl enthalten habe, die Möglichkeit einer Conſtruktion der Materie aus den beyden Grundkräften begreiflich zu machen: vielmehr ſcheine er dieſe, mehreren Aeußerungen nach, ſelbſt für unmöglich zu halten.

Die Philoſophie des Herrn Schelling geht aber gerade den entgegengeſetzten Weg. Vom Produkt weiß ſie urſprünglich nichts, es iſt für ſie gar nicht da. Urſprünglich weiß ſie nur von dem rein Produktiven in der Natur. Nach Schelling's Meynung hat der Corpuscularphiloſoph vor dem ſo genannten dynamiſchen Philoſophen dadurch viel voraus, daß er durch ſeine Atomen, deren jeder eine urſprüngliche Figur hat, etwas urſprünglich Individuelles in die Natur bringt; nur daß dieſe Atomen, da ſie ſelbſt ſchon Produkt ſind, als Erſtes oder Letztes in der Natur unmöglich eingeräumt werden können, daher die Naturphiloſophie an ihre Stelle einfache Actionen d. h. das Letzte in der Natur ſetzt, was rein produktiv iſt, ohne Produkt zu ſeyn. Um nun zu erklären, wie die Produktion der Natur urſprünglich auf ein Beſtimmtes gerichtet ſey — wie alſo jede urſprüngliche Action auf beſtimmte Art productiv ſey, welches ſich äußerlich durch Beſtimmtheit der Figur offenbaren würde — muß in jener unendlich-produktiven Thätigkeit etwas Negatives angenommen werden, welches nun, wenn etwa alle produktive Thätigkeit der Natur nur unendliche Evolution aus einer urſprünglichen Involution wäre, dasjenige ſeyn

müßte, was die Evolution der Natur hemmt, was ſie hindert, bis zum letzten, das nicht mehr Produkt iſt, zu kommen, kurz ein urſprünglich Retardirendes.

Dieſes Retardirende nun — oder, daß die Natur überhaupt mit endlicher Geſchwindigkeit ſich evolvirt, und ſo überall beſtimmte Produkte zeigt, zu erklären, wird freylich als die höchſte Aufgabe der Naturphiloſophie erſcheinen.

Noch als eine andere Schwierigkeit gegen Kant's Syſtem führt Schelling dieß an, daß die Anziehungskraft, welche zur Conſtruction jeder endlichen Materie gehört, dieſelbe ſey, welche noch außerhalb ihrer Sphäre ins Unendliche wirke. Denn, ſollte man denken, da dieſer Grad der Anziehungskraft verwandt wird, um die Repulſivkraft auf dieſen beſtimmten Theil des Raums einzuſchränken, ſo werde ſie ſich an dieſer Repulſivkraft erſchöpfen, und nicht auf andere Materie außer ihrer Sphäre noch anziehende Wirkung ausüben.

Da nun beyde Syſteme Herrn Schelling kein Genüge leiſten, ſo ſetzt er nun ſein Syſtem an deren Stelle:

Wenn nämlich überall das entgegengeſetzte zum dritten wahren ſich vereinigt, ſo muß es auch hier möglich ſeyn.

Ein materielles Princip, das durch Stoß die Gravitation bewirkte, wie ſich die Atomiſtiker vorſtellen, kann man ſich nicht denken, weil man für ein ſolches Princip in der Naturwiſſenſchaft keine Kategorie hat. Daß eine immaterielle Kraft die Erde z. B. gegen die Sonne ziehe, davon ſey abermals kein verſtändlicher Begriff möglich. — Daß aber zuletzt in

der

der Natur etwas exiſtire, wie Anziehungskraft, wolle er gar nicht läugnen; indeſſen behaupte er, jede Anziehung in der Erfahrung ſey eine beſtimmte und eine empiriſch beſtimmbare. —

Es könnte aber in dem Phänomen der Schwere allerdings etwas materielles empiriſch, beſtimmbares, ſeyn, wenn die Schwere der Erde z. B. gegen die Sonne bedingt wäre durch die wechſelſeitig ſpecifiſche Beſchaffenheit der Materien beyder Maſſen.

Es wäre aber zugleich etwas Immaterielles an dieſem Phänomen, inſofern man zur Erklärung deſſelben außer jener allgemeinen ſpecifiſchen Beſchaffenheit keines beſondern ſchwermachenden Princips bedürfte, ſondern alle Materien der Erde bloß vermöge einer ihnen gemeinſchaftlichen, aber im Gegenſatz gegen die Materien anderer Weltkörper ſpecifiſchen Beſchaffenheit gegen die Sonne gravitirten, obgleich vielleicht dieſe Beſchaffenheit ſelbſt nur durch eine materielle Influenz der Sonne unterhalten werde, welche Influenz aber dann nur mittelbar Urſache der Schwere wäre.

Es iſt nun oben feſtgeſetzt worden, das, was eine Maſſe als ein bloßes Aggregat außer und neben einander ſich befindender Materien, zuſammenhalte, müſſe eben eine ſolche Influenz einer Materie außer ihr ſeyn, die allen Theilen eine wechſelſeitige Tendenz gegen einander gebe. Dieſe wechſelſeitige Tendenz aller Theile gegen einander aber läßt ſich nicht anders erklären, als durch eine gemeinſchaftliche Tendenz aller zur Vereinigung mit einem dritten, wo denn ihre wechſelſeitige Tendenz gegen einander nur ſcheinbar wäre. Dieſe gemeinſchaftliche Tendenz zur Vereinigung mit einem dritten nun iſt denn das bin-

dende, was alle Theile zuſammenhält. Dieſes dritte müßte nun nothwendig etwas außer der Maſſe ſeyn, es müßte alſo bey der Erde z. B. die Sonne ſeyn.

Es müßte alſo behauptet werden, die Sonne influire ſo auf die Erde, daß in allen Theilen der letztern eine gemeinſchaftliche Tendenz gegen alle Theile der Sonne entſtehe. Wie eine ſolche Tendenz ſelbſt möglich ſey, wäre dann ein neues Problem, deſſen Auflöſung aber vorerſt ins Unendliche zurückgeſchoben werden kann. Denn daß die Sonne durch ihre Influenz eine ſolche gemeinſchaftliche Tendenz in allen Theilen der Erde hervorbringt, muß gerade wieder ſo erklärt werden, wie die gemeinſchaftliche Tendenz aller Theile der Erde gegen einander erklärt wurde, nämlich durch die Influenz einer dritten Maſſe auf die der Sonne, in Bezug auf welche dann die Sonne ſammt der Erde nur einer Maſſe gleich iſt, die unter ſich nur durch die gemeinſchaftliche Tendenz zur Vereinigung mit einem dritten zuſammengehalten wird, ſie, wie alle verſchiedene Materien der Erde in Bezug auf die Sonne, nur einer Maſſe gleich gelten, wodurch dann die Anziehung ins Unendliche nur ſcheinbar wird, da es eigentlich immer nur die gemeinſchaftliche Tendenz zur Vereinigung mit einem Höhern iſt, was Materien unter ſich zuſammenhält, und, ob ſie gleich nur neben und außer einander exiſtiren, doch zu einem Ganzen organiſirt.

Was nun die letzte Urſache dieſer ins Unendliche gehenden Tendenz aller Materien gegen einander ſey, davon abſtrahirt Schelling; er bemerkt nur, die Action, welche jene gemeinſchaftliche Beſchaffenheit unterhält, muß der Fortpflanzung fähig ſeyn, z. B. die Maſſe A influire auf B, ſo muß damit A und C mit-

mittelbar gegen einander gravitiren, die Influenz von A auf C durch B fortgepflanzt werden können. Ferner: daß alle Materien der Erde bis auf ihre letzten Theile die Tendenz gegen alle Theile der Sonne haben, iſt nicht erklärbar, ohne eine gemeinſchaftliche Beſchaffenheit in ihnen allen anzunehmen, in Anſehung welcher alle ihre ſonſtige ſpecifiſche Differenz verſchwindet, und die ſelbſt nur im Gegenſatz gegen die Materien anderer Körper eine ſpecifiſche iſt. Aber wie ſich die Theile der Erde in Bezug auf die Sonne gegen einander verhalten, ſo verhalten ſich wiederum die Theile der Erde und der Sonne gegen einander in Bezug auf ein höheres Drittes d. h. auch die Theile der Erde und der Sonne müſſen wieder in Bezug auf dieſes Höhere eine gemeinſchaftliche Beſchaffenheit haben, oder zu einer gemeinſchaftlichen Affinitätsſphäre gehören und ſo ins Unendliche fort. Schelling bemerkt aber dabey, daß hier nur von einer Affinität die Rede iſt, die das Neben- und Außereinanderſeyn zur Folge hat. Uebrigens findet Schelling dieſen Ausdruck ſchon von Lichtenberg gebraucht. Dieſer machte nämlich in ſeinen neueſten Neuigkeiten vom Himmel darauf aufmerkſam, daß ſchon die Einwirkung des Lichts auf unſere Erde und deren Atmoſphäre ein Beweis ſey von unſerer Eintauchung in eine Affinitätsſphäre und Schicht der Sonne, die mit der allgemeinen Schwere nichts zu thun habe.

Nun könnte man aber, daß alle Theile der Erde ins Unendliche eine gemeinſchaftliche Beſchaffenheit haben, nur daraus erklären, daß ſie alle zuſammen gemeinſchaftlichen Urſprungs, d. h. aus einer und derſelben urſprünglichen Syntheſis gleichſam nieder-

geſchlagen wären, und daß die Materien der Erde mit denen der Sonne wieder eine gemeinſchaftliche Beſchaffenheit haben, müßte wieder auf dieſelbe Art erklärt werden, nämlich daß die Sonne mit allen ihren Trabanten ein gemeinſchaftlicher Niederſchlag aus einer höhern Zuſammenſetzung wäre, und ſo ins Unendliche fort.

Ueberhaupt, wenn die Gravitation zweyer Maſſen gegen einander in einem ihnen gemeinſchaftlichen Princip liegt, ſo muß dieſes Gemeinſchaftliche bis ins Unendliche ſich erſtrecken, weil ſonſt die Proportion der Maſſe und der Gravitation unerklärt bleibt. Daß nun in einer unendlichen Menge von Materie eine gemeinſchaftliche, bis ins Unendlich gehende Beſchaffenheit aller Theile überhaupt möglich ſey, kann man nicht aus Erfahrungsgründen bezweifeln, denn der Magnet z. B. zeigt bis ins Unendliche Polarität. Es iſt nicht zu läugnen, daß der Magnetismus unſere Erdkugel bis auf das kleinſte Stäubchen durchdringt, und doch würden wir vom Magnetismus nichts wiſſen, wenn nicht zwey einzelne Subſtanzen aus dieſer allgemeinen Sphäre des Magnetismus heraustråten, und einen beſondern Magnetismus unter ſich bildeten.

So wie nun der Magnetismus von der allgemeinen Anziehungskraft in allen Syſtemen der Phyſik unterſchieden, und als eine empiriſche, alſo auch empiriſch-beſtimmbare Beſchaffenheit der Materie angenommen wird, kann nicht eben ſo eine noch höhere, deßwegen aber immer noch von der allgemeinen Anziehungskraft weit entlegene, d. h. immer noch empiriſche Beſtimmung aller Materie unſerer Erde, die

bis

bis auf jeden Atom ſich erſtreckt, Urſache ihrer Gravitation gegen die Sonne ſeyn?

Nun iſt es aber auch ſehr begreiflich, daß eben deßwegen, weil, nach der Vorausſetzung ſelbſt, jene empiriſche Beſchaffenheit der Materie, welche Urſache der Schwere iſt, ins Unendliche geht, auch kein Körper exiſtirt, den man dieſe Beſchaffenheit erſt mittheilen könnte, als welches nothwendig dazu gehört, um eine Beſchaffenheit durch Experimente zu erforſchen, alſo auch über die Urſache der Schwere unſerer Erde gegen die Sonne, oder der Theile der Erde gegen ſich ſelbſt, niemals etwas auf empiriſchen Wege ausgemacht werden kann.

Es könnte gar wohl bewieſen werden, daß überhaupt die Schwere, z. B. in unſerm Planetenſyſteme, empiriſche Bedingungen habe, da bereits allgemeine Phänomene bekannt ſeyen, die ſolche empiriſche Bedingungen der Attraction andeuteten, wie z. B. daß alle Nebenplaneten ihren Hauptplaneten immer dieſelbe Seite zukehren. Der Blick in den innerſten Bau des Himmels habe Herſchel'n auf den Gedanken gebracht, daß ſehr mannichfaltige Centralkräfte dem Univerſum ſeine Ordnung gegeben haben. — Wenn ſelbſt der Unterſchied der Weltgegenden, z. B. von Süden und Norden, aufhört, ein bloß mathematiſcher Unterſchied zu ſeyn, und man allmählig auf die Idee kommt, daß eine phyſiſche allgemein durch das ganze Sonnenſyſtem wirkende Urſache dieſen Unterſchied zuerſt geſtiftet habe, warum ſollte nicht endlich auch die Attraction aus einem bloß mathematiſchen in ein phyſikaliſches Phänomen übergehen?

Es würde alſo vorerſt dem Urſprunge der Schwere hiſtoriſch, d. i. in der Geſchichte der allgemeinen

Weltbildung nachgeforſcht werden müſſen. Wollte man ſich nun den Urſprung der Welt als mechaniſch entſtanden vorſtellen, ſo würde man überhaupt nichts ausrichten, wenn die Natur ins Unendliche als Produkt angeſehen werden müßte, in welchem Falle ihre Bildung durchaus nur organiſcher Art ſeyn könne. Schelling's Gedanken hierüber, welche er aber für bloße Möglichkeiten ausgiebt, ſind folgende:

Er frägt, ob man ſich den Urſprung des Weltſyſtems nicht mehr organiſch, als mechaniſch, durch einen Wechſel von Ausdehnung und Zuſammenziehung, als wodurch alle organiſche Bildung geſchieht, denken ſolle? Man könnte annehmen, daß durch eine von einem Punkt ausgehende, durch einen unermeßlich großen Theil des Raums, worin der Urſtoff der Welt verbreitet war, zugleich ſich erſtreckende Zuſammenziehung der erſte Anfang zur Bildung geſchehen, daß aber zugleich mit dieſer allgemeinen Aneignung, welche jener eine Punkt auf die geſammte in einem unendlichen Raum verbreitete Materie ausübte, eine entgegengeſetzte Wirkung eintrat; nämlich, daß er Materien von entgegengeſetzter Beſchaffenheit aus ſeiner Bildungsſphäre ſtieß, und daß auf ſolche Art der allgemeine Prozeß der Bildung gleich an mehreren Punkten zugleich begann. Da überhaupt keine Aneignung ohne Ausſonderung möglich iſt, und beydes in jeder organiſchen Bildung eigentlich nur eine Operation iſt, ſo könnte man ſich vorſtellen, daß jener eine Punkt in dem Verhältniſſe, in welchem er ſich ſelbſt durch Aneignung bildete, zugleich ganze Maſſen ausgeſtoßen habe mit einer Gewalt, die man den erſten, noch jugendlichen und unverbrauchten Kräften der Natur als proportional anneh-

nehmen kann. Zwiſchen der urſprünglichen, und den ausgeſtoßenen Maſſen nun müßte eine gemeinſchaftliche Affinität ſtatt gefunden haben, weil ſie ſonſt nie gegen einen Punkt ſich hätten zuſammenziehen können, aber die urſprüngliche Maſſe bildete ſogleich eine engere Affinitätsſphäre. Iſt dieſes aber, mußte dann nicht jene Bildung immer engerer Sphären der Affinität ins Unendliche gehen, und iſt nicht eben dieſe ins Unendlich gehende Organiſation der Urſprung des ganzen Weltſyſtems?

Um dieſe Idee weiter zu verfolgen, betrachte man die erſte ſich bildende Maſſe als das urſprünglichſte Produkt, als ein Produkt alſo, das ins Unendliche fort in neue Produkte zerfallen kann, welches ohnehin die Eigenſchaft jedes Naturprodukts iſt. Jene urſprüngliche Maſſe wird alſo als das erſte Naturprodukt zunächſt in entgegengeſetzte Faktoren zerfallen, die aber nothwendig ſelbſt wieder Produkte ſind. So werden ſich anfänglich drey urſprüngliche Maſſen, als der erſte Entwurf des nur noch im Keim vorhandenen Univerſums bilden; aber drey Maſſen ſind es auch, welche allein unter ſich ein Syſtem der Gravitation bilden können. Denn ſetzen wir etwa zwo urſprüngliche Maſſen, die einander gleich ſeyn, ſo werden ſie ſich wechſelſeitig einander nähern und in Eine Maſſe übergehen, oder ſetzen wir beyde zugleich, ſo wird die eine die andere in ihre Sphäre ziehen, und beyde werden abermals in Eine Maſſe zuſammenſchwinden. Setzen wir dagegen drey urſprüngliche Maſſen A, B, C, wovon die eine A gleich iſt der Summe der beyden übrigen Maſſen, ſo wird in einem ſolchen Syſtem ein Gleichgewicht möglich, es wird aber auch in demſelben allein jene zugleich mit-

telbare und unmittelbare Wechſelwirkung möglich ſeyn, die zu jedem geſchloſſenen Syſtem gehört. Denn indem z. B. die Wirkung von A auf B durch C geſtört wird, wird hinwiederum die Wirkung von C auf A durch B und in demſelben untheilbaren Augenblick die Wirkung von B auf C wieder durch A geſtört, wo dann jeder Kreislauf neu, von vorne, beginnt, ohne daß man ſagen könnte, wo er angefangen habe, noch wo er ende.

Die erſte Maſſe alſo mußte in dem Verhältniſſe, als ſie ſich bildete, einen Antagonismus des Gleichgewichts veranſtalten, d. h. ſie mußte in ihre entgegengeſetzte Faktoren ſich trennen, und nur das Gemeinſchaftliche für beyde behalten. Jeder dieſer Faktoren iſt ſelbſt wieder Produkt, jeder muß alſo wieder in entgegengeſetzte Faktoren zerfallen. Man bezeichne die Faktoren von B durch a, b, ſo waren a und b wechſelſeitig ſich entgegengeſetzt in Bezug auf die niedere Bildungsſphäre, die ſie einnahmen, oder einander gleich in Bezug auf ihr gemeinſchaftliches Princip, das in B als dem höhern lag. Aber eben ſo iſt es auch mit B und C. Beyde ſind ſich wechſelſeitig entgegengeſetzt unter einander, aber ſich gleich in Bezug auf das höhere A, ihre gemeinſchaftliche Syntheſis. So wäre alſo vorerſt bekannt, in wie fern alle Materie eines Syſtems eine gemeinſchaftliche Beſchaffenheit hat. Nämlich, je zwey Produkte derſelben Bildungsſphäre ſind ſich unter einander entgegengeſetzt, aber ſich gleich in Bezug auf die höhere Bildungsſphäre, aus der ſie abſtammen. Das gemeinſchaftliche Princip iſt alſo weder im Einen noch im Andern, wohl aber in beyden zuſammen d. h. in ihrer gemeinſchaftlichen Syntheſis enthalten. Und ſo

wäre denn auch durch eine ganz nothwendige Schlußfolge abgeleitet, woher die allgemeine Dualität in der Natur abſtamme, nämlich: ſie iſt durch die allgemeine Gravitation in die Natur gekommen, und dieß iſt denn eine von den Wirklichkeiten, woran Herr Schelling die erſten Möglichkeiten anzuknüpfen berechtigt zu ſeyn glaubt.

Er behauptet alſo, das Univerſum habe zuerſt von einer in Bildung begriffenen Maſſe zu einem Syſtem von drey urſprünglichen Maſſen, und von dieſen aus durch eine ins Unendliche gehende Organiſation vermittelſt einer immer fortgehenden Exploſion ſich ſelbſt hervorgebracht. Wurde nun jeder aus der Centralmaſſe geſtoßene Körper ſeiner Natur nach und nothwendig wieder ein Centralkörper, der in entgegengeſetzte Produkte ſich zerſetzen müßte, ſo muß auch jedes Syſtem im Univerſum auf drey urſprüngliche Maſſen ſich reduciren laſſen. Daß das Syſtem mehrere, bey Sonnenſyſtemen unendlich mehrere Körper zählt, muß aus der ungleichen Kraſt, womit die Exploſion geſchehen, erklärt werden.

Wenn man alſo annimmt, daß die vom Centralpunkt entfernteſten Körper durch die erſte Kraft der Sonne explodirt wurden, ſo ſind offenbar die drey entfernteſten Planeten unſers Sonnenſyſtems von gemeinſchaftlicher, Mars aber, deſſen Abſtand vom Jupiter ſo unverhältnißmäßig groß iſt, von der zweyten minder kräftigen Exploſion. — Aber jener Abſchnitt zwiſchen Jupiter und Mars iſt nicht bloß durch den Zwiſchenraum beyder, ſondern durch eine noch weit auffallendere Verſchiedenheit gemacht. Die Excentricität der Bewegungen nämlich muß offenbar abnehmen im umgekehrten Verhältniſſe der Sonnennähe, weil

weil im Verhältniß der größern Entfernung die durch Exploſion einem Körper eingedruckte Centrifugalbewegung immer matter werden muß. Die einzigen Ausnahmen machen Mars und Merkur. Die Bewegung des Mars iſt bey weitem excentriſcher, als die des Jupiter. Aber nach der Vorausſetzung ſind beyde auch von verſchiedener Exploſion. Auf den Mars hat offenbar nicht dieſelbe Kraft, die auf Jupiter, ſondern diejenige Kraft gewirkt, die der Erde und der Venus ihre Centrifugalbewegung eingedruckt hat, daher ſeine Centrifugalbewegung auch ſchon matter ſeyn muß, als die der weit nähern Erde und Venus, ſo wie unter den drey entfernteſten Planeten der erſte die geringſte Excentricität hat, der dritte die größte. — Merkur endlich, der unter allen die größte Excentricität hat, iſt ohne Zweifel die letzte Kraft der Sonne. Aber noch eine andere Analogie ſtreitet dafür, daß je drey Planeten unſers Sonnenſyſtems von gemeinſchaftlicher Exploſion ſeyen; denn wenn man die drey äußerſten mit den übrigen der Sonne nähern vergleicht, ſo ſind ſie ihnen an Maſſe offenbar überlegen, vergleicht man ſie aber unter einander, ſo iſt Jupiter z. B. dem Saturn überlegen, wovon man keinen Grund einſehen kann, als daß alle drey durch eine und dieſelbe Kraft explodirt worden, wo dann natürlich der größere Theil der Maſſe der Centripetalkraft eher unterliegen mußte, als der kleinere. Aber dieſelbe auffallende Analogie zeigt ſich wiederum bey den drey nähern Planeten; denn unter dieſen hat die der Sonne nähere Venus mehr Maſſe als die Erde, die Erde mehr Maſſe als Mars, warum anders, als weil eine und dieſelbe Kraft ſie aus der Sonne geworfen hat? Und Merkur endlich hat die geringſte Maſſe; wären der Sonne näher als er noch zwey

Planeten ſichtbar, ſo würde er unter dieſen wieder die größte haben.

Bis jetzt iſt nur die Bildung eines Syſtems betrachtet worden, wobey die Bildung an einem Punkte des Raums anfieng, und auf eine zwar unbeſtimmbar große, aber doch nicht unendliche Weite ſich erſtreckte. Aber dieſe Vorausſetzung hindert nicht, anzunehmen, daß ſolche Bildungen von einem gemeinſchaftlichen Punkte aus immerfort geſchehen, und daß ſo das Univerſum, weil eine vollendete Unendlichkeit ein Widerſpruch iſt, in unendlichem Werden begriffen ſey. Man muß den Geſetzen der Analogie gemäß vorausſetzen, daß zwiſchen jenen durch den unendlichen Raum in unermeßlicher Entfernung von einander ausgeſtreueten Punkten, wo der erſte Anſatz zu neuen Bildungen geſchieht, abermals ins Unendliche fort eine wechſelſeitige Beziehung ſich einfinden werde, und zwar eine Beziehung durch Gravitation, welches ſchon dadurch begreiflich wird, daß jene Centralmaſſen neuer Syſteme alle durch Zuſammenziehung aus einem in gemeinſchaftlicher Solution begriffenen Stoffe ſich bilden, und zugleich, indem ſie ſich bilden, ſich wechſelſeitig ausſchließen. — Einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt des ganzen Univerſums, von welchem alle Bildung ausgegangen, annehmen, hieße das Univerſum endlich machen. Wenn aber die Welt nicht unendlich iſt (ſondern nur wird), und man annimmt, daß eine Action, die erſte Urſache der allgemeinen Regung von einem erſten Punkt aus, nach allen Punkten fortgepflanzt wird, die einer ſelbſtſtändigen Bildung fähig ſind, und ſo ins Unendliche fort, ſo wird jener erſte Punkt wenigſtens der Mittelpunkt der werdenden Schöpfung ſeyn. Allein die un-

urſprünglichen, ſelbſtſtändigen Bildungen werden dann doch zuſammen nur ein idealiſches Centrum haben ebendeßwegen, weil jede einzelne ſelbſtſtändig, d. h. durch eigene Formation ſich gebildet hat, und in dem Verhältniß als jene Bildungen fortſchreiten, wird auch jenes (in den leeren Raum fallende) Centrum immer in einen neuen Punkt zerlegt werden.

Thut man indeß einen Blick auf ein ſelbſtſtändiges Syſtem, d. h. auf ein Ganzes von Syſtemen, die alle von einem pulſirenden Punkte aus ſich gebildet haben, zurück, ſo wird man die einzelnen Syſteme, die dazu gehören, zugleich in drey verſchiedenen Zuſtänden erblicken können, nämlich einige im Zuſtand der größten Ausdehnung, wo die ihnen eingedruckte Centrifugalbewegung noch unvermindert der Centripetaltendenz das Gleichgewicht hält, während daß andere ſchon in einem mittleren Zuſtand der Zuſammenziehung, andere endlich im Zuſtand der höchſten Contraction befindlich, ihrem Verfall nahe ſind. Frägt man nun, in welchem Verhältniſſe zur Entfernung vom Mittelpunkte dieſe verſchiedenen Zuſtände ſtehen werden, ſo ſieht man leicht ein, daß dem Mittelpunkt am nächſten die Contraction am ſchnellſten geſchehen muß, daß alſo z. B. jene Stellen des Himmels, wo die Geſtirne gegen einen Punkt zuſammengedrängt erſcheinen, ihrem Centrum am nächſten; jene Stellen dagegen, wo die Zwiſchenräume von Sternen leerer ſind, am entfernteſten vom Mittelpunkt, in der Mitte zwiſchen beyden aber von mittlerer Expanſion ſeyn müſſen, obgleich das Zurückkehren des vom Mittelpunkt nächſten Syſtems in ſeinen Urſprung den Ruin der andern mit accelerirter Geſchwindigkeit nach ſich ziehen würde.

Nimmt man ein ſolches allgemeines Zurückfallen jedes Syſtems in ſein Centrum an, ſo wird nach demſelben Geſetz, nach welchem dieſes bey ſeiner erſten Bildung in ein Syſtem ſich organiſirte, jedes Syſtem verjüngt aus ſeinen Ruinen wieder hervorgehen, und ſo hat man mit jener durch das ganze Univerſum gehenden ewigen Metamorphoſe zugleich jenes beſtändige Zurückkehren der Natur in ſich ſelbſt, welches ihr eigentlicher Charakter iſt, abgeleitet.

Schelling zieht hieraus folgende Sätze:

A.

a. Die Tendenz, welche durch Sonneneinfluß in allen Theilen der Erde hervorgebracht wird, iſt eine Tendenz zur wechſelſeitigen Intusſuſception. Das Produkt dieſer allgemeinen Tendenz muß etwas allen Theilen der Erde gemeinſchaftliches ſeyn. Aber die Action der Schwere bringt die bloße Tendenz hervor, über die Tendenz hinaus kommt es nicht. Man nehme nun indeß aus der Erfahrung gewiß an, daß Intusſuſception gewiß ſey, ſo wird zwar allerdings die Action der Schwere der erſte Impuls aller Intusſuſception ſeyn — (und ſo iſt die Urſache der Schwere, wie Lichtenberg ſchon geahndet habe, das letzte, was die ganze Natur beſeele) — aber ſoll es zur wirklichen Intusſuſception kommen, ſo muß zu der Influenz der Schwere noch eine beſondere von ihr verſchiedene, aber mit ihr in Zuſammenhang ſtehende Action hinzukommen.

b. Hier giebt Schelling die Aufgabe, dieſe Action zu finden.

Auflöſung.

α) Intusſuſception iſt nur im chemiſchen Proceß. Nun iſt es a priori gewiß, daß, was Princip

des chemiſcheu Proceſſes in einer beſtimmten Sphäre iſt, nicht wieder Produkt des chemiſchen Prozeſſes derſelben Sphäre ſeyn kann, (obgleich es ohne allem Zweifel in einer höhern Verwandtſchaftsſphäre selbſt wieder chemiſches Produkt iſt). Das Princip alles chemiſchen Prozeſſes, der zwiſchen Materien der Erde ſtatt hat, kann daher nicht wieder Produkt der Erde ſeyn. Es muß alſo unter den Principien der Verwandtſchaften ein einzelnes vorkommen, das allen andern entgegengeſetzt iſt, und das eben dadurch den chemiſchen Prozeß der Erde begrenzt. Dieſes Princip muß Mittelglied aller chemiſchen Verwandtſchaften ſeyn. Alle andern Materien müſſen ſich nur dadurch chemiſch verwandt ſeyn, daß ſie gemeinſchaftlich nach Verbindung mit dieſem Einen ſtreben. — Dieß Princip ſey, wie aus der Erfahrung erhelle, das, was wir Sauerſtoff nennten. Der Sauerſtoff alſo könne nicht wieder chemiſches Produkt aus der Verwandtſchaftsſphäre der Erde ſeyn.

Herr Schelling frägt nun aber, was Sauerſtoff ſey? Man könne ihn zwar als kein Produkt der Erde mehr betrachten; allein in einer höhern Sphäre müſſe er ſelbſt wieder in die Reihe der Produkte treten. Der Sauerſtoff ſey für uns unzerlegbar, und nur in ſo fern er dieß ſey, köṇne er Mittelglied aller chemiſchen Affininitäten der Erde ſeyn, und den chemiſchen Prozeß der Erde begrenzen. Aber in einer höhern Sphäre habe er ſelbſt wieder ein Unzerlegbares, auf das er reducibel ſey. Der Sauerſtoff ſey dadurch allen andern Stoffen der Erde entgegengeſetzt, daß mit ihm alle andere verbrennen, während er mit keinem andern verbrennt. Schelling behauptet, daß das Daſeyn des Sauerſtoffs in vielen Subſtanzen der Erde Beweis ſeiner Theorie

von

von der Erde ſey, als einem Produkt der Sonne, wodurch eine ganz neue Anſicht der ſpecifiſchen Differenz aller Materien unſerer Erde entſtehe, indem alle Varietät ſich darauf reducire, daß welche verbrannt, andere in der Reduction, andere in permanentem Verbrennen begriffen ſind. Auch folge hieraus nothwendig, daß keine Subſtanz auf der Erde vorkommen könne, die nicht entweder verbrennt wäre oder verbrannt würde, oder verbrennlich wäre.

β. Der Sauerſtoff hat alſo bey allen chemiſchen Prozeſſen der Erde die poſitive Rolle. Nun iſt aber der Sauerſtoff ein der Erde fremdes Princip, ein Erzeugniß der Sonne. Die poſitive Action in jeden chemiſchen Prozeß muß alſo von der Sonne ausgehen, eine Influenz der Sonne ſeyn. Es wird alſo außer der Action der Schwere, welche die Sonne auf die Erde ausübt, noch eine chemiſche Influenz der Sonne auf die Erde poſtulirt. Es muß aber in der Erfahrung irgend ein Phänomen aufgezeigt werden, wodurch jene chemiſche Action der Sonne auf die Erde ſich darſtellt, dieſes Phänomen iſt nach Schelling das Licht.

Satz: Das Phänomen der chemiſchen Action der Sonne auf die Erde iſt das Licht.

1. Es muß vorerſt eingeräumt werden, daß, wenn in der Natur überhaupt kein Zufall ſtatuirt werden kann, auch der Lichtzuſtand der Sonne ihr nicht zufällig ſeyn kann, ſondern daß ſie, ſo nothwendig, als ſie der Mittelpunkt der Schwere in unſerm Syſtem iſt, auch die Quelle des Lichts ſeyn muß. Es werden alſo damit zum voraus alle Erklärungen ausgeſchloſſen, welche jenen Zuſtand der Sonne von

etwas Zufälligem, oder gar bloß Hypothetiſchem abhangen laſſen.

Mit Weglaſſung aller Hypotheſen ſtellt Schelling folgenden Satz auf: Wenn die poſitive Action in allem chemiſchen Prozeß eine Action der Sonne iſt, ſo iſt die Sonne im Gegenſatz gegen die Erde überhaupt in poſitivem Zuſtande. Daſſelbe wird von allen Sonnen gelten, nämlich daß ſie im Gegenſatz gegen ihre Subalternen nothwendig poſitiv ſind.

Die Sonnen müſſen vermöge ihres poſitiven Zuſtandes eine poſitive Influenz auf ihre Subalternen ausüben, und das Phänomen dieſer poſitiven Influenz iſt nach Schelling's Behauptung das Licht. Alle Sonnen ſind als Princip aller chemiſchen Verwandtſchaft, im Gegenſatz gegen ihre Subalternen nothwendig in poſitivem, alſo auch nothwendig in urſprünglichem Lichtzuſtand. Das Licht der Sonnen aber iſt poſitiv nur im Gegenſatz gegen unſern negativen Zuſtand. Ferner ſind die Sonnen ſelbſt wieder Subalternen eines höhern Syſtems, ihr Licht alſo negativ in Bezug auf die höhere, poſitive, Influenz, welche ſie ſelbſt in Lichtzuſtand verſetzt. — Dieß eben ſoll es nach Schelling ſeyn, was eine Organiſation des Univerſums ins Unendliche möglich macht, daß, was in Bezug auf ein Höheres negativ iſt, in Bezug auf ein Niederes wieder poſitiv wird, und umgekehrt. Das Licht ſelbſt iſt urſprünglich Phänomen eines negativen Zuſtandes, der einen höhern poſitiven als Urſache vorausſetzt. Es eröffnet ſich dadurch eine neue Welt, wohin nur Schlüſſe, nicht aber die Anſchauung, reicht; das Licht iſt es, was unſere Anſchauung abſolut begrenzt, was jenſeits des Lichts und der Lichtwelt liegt, iſt für unſern Sinn ein verſchloſſenes Land,

und

und in ewiger Dunkelheit begraben. Die chemiſche Action, wodurch die Sonne ſelbſt wieder in Lichtzuſtand verſetzt wird, iſt für uns nur mittelbar erkennbar.

Nach dieſen Vorausſetzungen glaubt nun Schelling den Satz: daß das Licht Phänomen einer chemiſchen Action der Sonne auf die Erde iſt, in der Erfahrung nachweiſen zu können. Nach ſeiner Meynung kann der Beweis am kürzeſten dadurch geführt werden, daß man zeige, gewiſſe Erfahrungen laſſen ſich aus jenem Satze a priori ableiten.

a. Wenn der Sauerſtoff bey allen chemiſchen Prozeſſen die poſitive Rolle hat, ſo müſſen Körper, die gegen den Sauerſtoff negativ ſich verhalten, auch gegen die Lichtaction der Sonne negativ ſich verhalten.

Der Körper, der gegen die Lichtaction der Sonne ſchlechthin poſitiv ſich verhält, muß für den Geſichtsſinn abſolut aufgehoben, und aus der Reihe der Dinge wie hinweggenommen ſeyn, weil nur das negative Verhältniß zu jener Action ihm überhaupt Exiſtenz für dieſen Sinn giebt. Aber auch kein phlogiſtiſcher Körper iſt abſolut durchſichtig, und umgekehrt jeder wahrhaft durchſichtige Körper verhält ſich poſitiv gegen den Sauerſtoff.

b. Wenn das Licht Phänomen einer poſitiven in jedem chemiſchen Prozeß thätigen Action der Sonne iſt, ſo muß das Licht hervortreten, wo ein Uebergang aus dem abſolut-negativen in den abſolut-poſitiven Zuſtand geſchieht.

Alle phlogiſtiſchen Körper verhalten ſich negativ gegen den Sauerſtoff. Jeder wahre Verbrennungsprozeß iſt daher ein ſolcher Uebergang. Zum wahren Verbrennungsprozeß gehört aber die abſolute Ent-

gegenſetzung, d. h. der Körper muß abſolut-unverbrannt ſeyn, ferner nur der Sauerſtoff ſelbſt verhält ſich gegen phlogiſtiſche Körper abſolut-poſitiv, nicht aber eine Säure, worin er mit einer verbrennlichen Subſtanz verbunden iſt. Daher das Licht, das beym Verbrennen erſcheint, kein Beſtandtheil weder der Sauerſtoffluft, noch des Körpers, ſondern unmittelbares Produkt der alles durchdringenden, nie ruhenden, chemiſchen Influenz der Sonne. Die Sonne alſo oder ihr Licht vielmehr tritt überall hervor, wo nur ein poſitiver Zuſtand hervortritt.

c. Wenn die Lichtaction der Sonne poſitiv wirkt im chemiſchen Prozeß, ſo müſſen Körper, indem ſie ſich mit dem Sauerſtoff verbinden, aufhören, gegen die Lichtaction der Sonne negativ ſich zu verhalten.

Hieraus glaubt nun Schelling dieß Reſultat ziehen zu können: Die Action, deren Phänomen das Licht iſt, wirkt poſitiv im chemiſchen Prozeß. Viele Wirkungen alſo, die man dem Licht zugeſchrieben hat, gehören eigentlich der Influenz, deren Phänomen es iſt. Daß der größte und vornehmſte Theil der Weltkörper zu Lichtprozeſſen beſtimmt iſt, weiſet nicht auf etwas zufälliges, ſondern auf ein allgemeines, höheres und weitergreifendes Naturgeſetz. Die Action des Lichts muß mit der Action der Schwere, welche die Centralkörper ausüben, im geheimen Zuſammenhang ſtehen. Jene wird den Dingen der Welt dynamiſche, wie dieſe die ſtatiſche Tendenz geben. Aber dieß wird ſich a priori aus der Möglichkeit eines dynamiſchen (chemiſchen) Prozeſſes überhaupt erweiſen laſſen. Denn überhaupt iſt kein chemiſcher Prozeß conſtructibel, ohne eine Urſache, die chemiſch

wirkt,

wirkt, aber dem chemiſchen Prozeß ſelbſt nicht unterworfen iſt.

B.

a. Wenn alle Materien der Erde zu jener chemiſchen Action poſitiv oder negativ ſich verhalten, ſo werden ſie auch wechſelſeitig unter einander ſich ſo verhalten.

b. Je zwey ſpecifiſch verſchiedene Körper werden ſich wechſelſeitig zu einander poſitiv und negativ verhalten, und ihre Qualitätsdifferenz wird ſich durch dieſes poſitive oder negative Wechſelverhältniß ausdrucken laſſen.

Damit iſt abgeleitet, daß es überhaupt etwas, wie Elektricität, in der Natur gebe. Empiriſch ausgedruckt lautet der Satz ſo: alle Qualitätsdifferenz der Körper läßt ſich ausdrucken durch die entgegengeſetzten Elektricitäten, welche ſie im wechſelſeitigen Conflict annehmen.

c. Aber das negative und poſitive Verhalten der Körper überhaupt iſt beſtimmt durch ihr entgegengeſetztes Verhältniß zum Sauerſtoff. Alſo wird auch das negative und poſitive Verhältniß der Körper unter einander beſtimmt ſeyn durch ihr entgegengeſetztes Verhältniß zum Sauerſtoff.

d. Wie unterſcheidet ſich aber der elektriſche Prozeß vom eigentlichen — chemiſchen — Verbrennungsprozeſſe? Nach dem, was Hr. Schelling bisher angeführt hat, iſt der einzige Unterſchied dieſer, daß im elektriſchen Prozeſſe der Körper, der dem Sauerſtoffe am nächſten verwandt iſt, die Rolle übernimmt, welche im Verbrennungsprozeß der Sauerſtoff ſelbſt ſpielt, ſo daß in ſo fern der elektriſche Pro-

zeß durch den chemiſchen vermittelt iſt. Aber umgekehrt auch der Verbrennungsprozeß iſt durch den elektriſchen vermittelt. Sogar die Bedingungen alles Verbrennungsprozeſſes ſind dieſelben, wie die des elektriſchen. Denn kein Körper verbrennt unmittelbar oder allein mit dem Sauerſtoff, ſo wie keiner allein und unmittelbar mit dem Sauerſtoff elektriſch wird. Zu jedem Verbrennen gehört ein dritter Körper, der die Funktion des Sauerſtoffs übernimmt, und durch deſſen Vermittelung erſt der Sauerſtoff zerſetzt wird. Der einfachſte elektriſche Prozeß beginnt mit dem Conflict zweyer Körper A und B, die ſich berühren oder reiben, und die beyde an ſich negativ ſind (in Bezug auf den Sauerſtoff), nur daß A, als Repräſentant des letztern, in dieſem Conflict poſitiv wird. Es muß aber für jeden Körper ein Maximum des poſitiven Zuſtandes geben. Sobald dieſes Maximum erreicht iſt, muß der Körper nach dem allgemeinen Geſetze des Gleichgewichts in das Minimum übergehen. Das Maximum aber iſt erreicht, wenn der Körper in Lichtzuſtand geräth, darum iſt die Lichterſcheinung gleichzeitig mit dem Verbrennen, d. h. mit dem Uebergang aus dem Maximum des poſitiven Zuſtandes in das Minimum. Denn ſobald der Körper verbrannt iſt, hört er auf, gegen den Sauerſtoff negativ ſich zu verhalten, aber dieſes negative Verhalten iſt Bedingung aller poſitiven Funktion im elektriſchen Prozeſſe, er geht alſo unmittelbar aus der poſitiven Funktion über in die entgegengeſetzte. So wie alſo der elektriſche Prozeß der Anfang des Verbrennungsprozeſſes iſt, ſo iſt der Verbrennungsprozeß das Ende des elektriſchen.

Wie nun aber, wenn ſo, wie der poſitive Körper im elektriſchen Prozeß nur Repräſentant des Sauerſtoffs

erſtoffs iſt, der Sauerſtoff ſelbſt wieder nur Repräſentant eines höhern Princips iſt, ſo wird, wenn der Sauerſtoff ſelbſt in unmittelbarem Conflict mit dem Körper geſetzt wird, eine unmittelbare Berührung der niedern und höhern Affinitätsſphäre, es wird ein Uebergang der einen in die andere ſtatt finden, und ſo ein abſolutes Verſchwinden alles Dualismus, d. h. ein chemiſcher Prozeß nothwendig ſeyn. Der Sauerſtoff wird als Mittelglied im Prozeſſe verſchwinden, und jener höhere Stoff ſelbſt hervortreten.

Es erhellt ferner, daß die Beſchaffenheit des Körpers, Kraft welcher er der Erhitzung fähig, mit derjenigen, vermöge welcher er der Elektricität fähig iſt, eine und dieſelbe iſt; denn das Maximum der Erhitzung geht wie das Maximum der Elektricität unmittelbar in den Verbrennungsprozeß, womit die Wärme — und Elektricität iſolirende Eigenſchaft gleichzeitig eintritt, über.

C.

Wie verhält ſich aber die Action der Schwere zu jener chemiſchen Action der Sonne auf die Erde? Nach Schelling können zwey Punkte ihres wechſelſeitigen Verhältniſſes beſtimmt werden.

Der erſte iſt, daß die Bedingung beyder eine Differenz iſt, daß aber die Heterogenität, welche Bedingung der Action der Schwere iſt, höherer Art, und daß die, welche Bedingung der chemiſchen Action iſt, ohne Zweifel nur durch jene höhere Heterogenität beſtimmt ſey. Das Verhältniß dieſer Heterogenitäten aber genauer anzugeben, iſt durch das Bisherige nicht möglich.

Das

Das zweyte iſt, daß die Action, die die Sonne als Urſache der Schwere auf die Erde ausübt, durch eine höhere Action, welche auf die Sonne ausgeübt wird, beſtimmt, alſo der Sonne nicht eigenthümlich iſt, daß aber diejenige Action, vermöge welcher ſie Urſache des chemiſchen Prozeſſes der Erde iſt, ganz allein durch die eigenthümliche Natur der Sonne beſtimmt iſt.

Schelling's bisherige Unterſuchungen giengen vorzüglich auf folgendes: Die Natur iſt in ihren urſprünglichen Produkten organiſch, aber die Funktionen des Organismus können nicht anders, als im Gegenſatz gegen eine anorgiſche Welt abgeleitet werden. Denn als das Weſen des Organismus muß die Erregbarkeit geſetzt werden, Kraft welcher allein eigentlich die organiſche Thätigkeit verhindert wird, in ihrem Produkte, das ebendeßwegen nie iſt, ſondern nur wird, ſich zu erſchöpfen.

Aber wenn das Weſen alles Organismus in der Erregbarkeit beſteht, ſo müſſen die erregenden Urſachen außer ihm geſucht werden, in einer der organiſchen entgegengeſetzten d. h. unorganiſchen Welt.

Wenn überdieß Organismus überhaupt nur unter Bedingung einer anorgiſchen Welt möglich iſt, ſo müſſen auch in der unorganiſchen Natur ſchon alle Erklärungsgründe des Organismus liegen. Aber dieſe Natur iſt der organiſchen entgegengeſetzt. Wie könnten alſo in ihr die Gründe des Organiſchen liegen? Dieß iſt nach Schelling nur ſo möglich, daß die unorganiſche Natur zu ihrem Beſtand und Fortdauer ſelbſt wieder eine höhere Ordnung der Dinge vorausſetzen müſſe, daß es ein drittes geben müſſe, was organiſche und unorganiſche Natur wieder ver=

binde, ein Medium, das die Continuität zwiſchen beyden unterhält.

Es kommt alſo nun darauf an, wie durch eine Wechſelbeſtimmung des Organiſchen und des Unorganiſchen die ganze Natur möglich iſt. Herr Schelling bemüht ſich, dieß Geheimniß auf folgende Art zu enthüllen.

1. Das Weſen des Organismus beſteht in Erregbarkeit. Dieß iſt aber eben ſo viel, als: der Organismus iſt ſein eigen Objekt. Aber er conſtituirt ſich ſelbſt nur im Andrang gegen eine äußere Welt. Könnte die äußere Welt den Organismus als Subjekt beſtimmen, ſo hörte er auf, erregbar zu ſeyn. Alſo nur der Organismus, als Objekt, muß durch äußere Einflüſſe beſtimmbar ſeyn, der Organismus, als Subjekt, muß durch ſie unerreichbar ſeyn.

Die Erregbarkeit des Organismus ſtellt ſich in der Außenwelt dar, als eine beſtändige Selbſtreproduktion. Dadurch eben unterſcheidet ſich das Organiſche von dem Todten, daß das Beſtehen des erſtern nicht ein wirkliches Seyn, ſondern ein beſtändiges Reproducirtwerden iſt, und daß dieſes beſtändige Reproducirtwerden indirekter Effekt äußerer, conträrer, Einflüſſe iſt, da hingegen das Todte durch äußere conträre Einflüſſe nicht zur Selbſtreproduktion beſtimmt werden kann, ſondern dadurch zerſtört wird.

2. Aber wenn die organiſche Thätigkeit eigentlich nur dem Organismus als Subjekt zukommt, und die organiſche Thätigkeit nur durch äußere Einflüſſe erregbar iſt; ſo kann der Organismus als Subjekt für äußere Einflüſſe unerreichbar ſeyn, wie doch behauptet wurde. Dieſer Widerſpruch läßt ſich nicht anders

anders auflöſen, als ſo: daß der höhere Organismus durch die äußern Einflüſſe nicht unmittelbar afficirt wird. Kurz: der Organismus muß ſich ſelbſt das Medium ſeyn, wodurch äußere Einflüſſe auf ihn wirken.

3. Dieſer Ausdruck aber ſagt allgemeiner ausgedruckt weiter nichts, als: es ſoll im Organismus ſelbſt eine urſprüngliche Duplicität ſeyn. Der Organismus aber iſt alles, was er iſt, nur im Gegenſatz gegen ſeine Außenwelt. Es ſoll im Organismus eine urſprüngliche Duplicität ſeyn, heißt alſo eben ſo viel als: der Organismus ſoll eine doppelte Außenwelt haben.

4. Dieß iſt aber nicht anders möglich, als wenn jede anorgiſche Welt ſelbſt eigentlich eine doppelte Welt iſt. In jeder anorgiſchen Welt ſpiegelt ſich eine höhere Ordnung, eine höhere Welt! Wo dieſe entgegengeſetzte Ordnungen ſich berühren, da iſt Thätigkeit!

5. Soll alſo der Organismus erregbar ſeyn, ſo muß im Organismus etwas durch die Einflüſſe ſeiner Außenwelt unerreichbares ſeyn, ein Theil des Organismus, der für die Einflüſſe ſeiner unmittelbaren Außenwelt gar nicht unmittelbar empfänglich iſt. Dieſer müßte alſo einen gröbern Organismus haben, und nur vermöge dieſes niedern Organismus müßte der höhere mit ſeiner Außenwelt zuſammenhangen. Kurz: der Organismus müßte in der Erſcheinung in entgegengeſetzte Syſteme, ein höheres und ein niederes, zerfallen; nur vermittelſt des letztern müßte jenes höhere in Contiguität mit ſeiner Außenwelt ſtehen.

6. Aber wie könnte das Höhere den Einflüſſen dieſer Außenwelt entzogen ſeyn, als ſelbſt durch die

Ein-

Einflüſſe einer höhern Welt? So wie nun das höhere Syſtem nur durch das niedere mit der Außenwelt des Organismus zuſammenhängt, ſo müßte das Niedere nur vermittelſt des Höhern mit der höhern Ordnung zuſammenhangen. Kurz: jede Organiſation iſt nur Organiſation, in ſo fern ſie gegen zwey Welten zugleich gekehrt iſt.

7. Jene höhere Influenz allein iſt Urſache der Erregbarkeit, denn nur durch ſie iſt der Organismus in eine den äußern Einflüſſen entgegengeſetzte Thätigkeit verſetzt.

a. Wie alſo jene Influenz wirke, und welches ihre Natur ſey, läßt ſich am kürzeſten im Gegenſatz gegen die Wirkungsart der äußern Einflüſſe auf den Organismus und ihre Natur beſtimmen. Die äußern Einflüſſe wirken ihrer Natur nach auf den Organismus, in ſo fern er bloß als Materie betrachtet wird, chemiſch. Aber der Organismus iſt nie bloß Produkt. Die äußern Einflüſſe wirken in ſo fern alſo, nicht chemiſch auf den Organismus. Dieſe chemiſche Wirkung muß verhindert werden durch die entgegengeſetzte Thätigkeit des Organismus, welche man im Begriff der Erregbarkeit denkt. Aber in dieſe Thätigkeit iſt der Organismus ſelbſt nur durch ſeine höhere Urſache verſetzt. Dieſe Urſache alſo muß eine den chemiſchen Einflüſſen entgegengeſetzte Thätigkeit ausüben.

b. Ferner: die Bedingung jener auf den Organismus wirkſamen Thätigkeit iſt die Duplicität im Organismus ſelbſt; nur in ſo fern im Organismus ſelbſt eine urſprüngliche Duplicität iſt, iſt jene Urſache auf ihn thätig. Es muß alſo eine Urſache ſeyn, die überhaupt nur unter der Bedingung der Duplicität

tät thätig iſt. Als eine ſolche Urſache kennen wir aber nur allein die chemiſche Action, welche nur unter Bedingung eines poſitiven und negativen Wechſelverhältniſſes überhaupt ſich thätig erzeigt. Dieſe chemiſche Action muß überdieß als von einer höhern Ordnung ausgehend, gedacht werden, weil was Urſache des chemiſchen Prozeſſes iſt, nicht wieder ein Princip derſelben Sphäre ſeyn kann. Alſo wäre die allgemeine chemiſche Influenz identiſch mit der Urſache der Erregbarkeit.

c. Aber die Urſache der Erregbarkeit muß den chemiſchen Einflüſſen entgegenwirken, alſo kann ſie nicht identiſch mit jener allgemeinen chemiſchen Influenz ſeyn, es wäre denn, daß dieſe ſelbſt nur in einer Rückſicht chemiſch, in anderer Rückſicht aber nicht chemiſch wäre. Die Urſache der Erregbarkeit iſt identiſch mit jener allgemeinen Urſache des chemiſchen Prozeſſes, in ſo fern nämlich die letztere nur ihrer Tendenz, nicht aber ihrem Princip nach chemiſch iſt.

Aus allen dieſen ſucht nun Herr Schelling die Hauptpunkte der beyden Syſteme, des chemiſch-phyſiologiſchen und des Syſtems der Lebenskraft zu widerlegen, und aus beyden ein drittes abzuleiten.

Alle organiſche Thätigkeit ſetzt ſchon Duplicität voraus. Daher bleibt noch die Frage übrig, wie dieſe Duplicität urſprünglich in den Organismus komme?

1. So viel iſt ausgemacht, alle organiſche Thätigkeit ſtellt ſich im Organismus als Objekt dar. Was alſo Quelle aller organiſchen Thätigkeit iſt, kann nicht wieder im Organismus als Objekt erſcheinen.

nen. Nun iſt aber die urſprüngliche Duplicität Bedingung aller organiſchen Thätigkeit, Quelle aller Thätigkeit alſo die Urſache der Duplicität ſelbſt.

2. Es muß demnach eine Urſache als wirkend im Organismus gedacht werden, die nur als unmittelbare Quelle anderer Thätigkeit erkannt wird, die alſo nur durch Thätigkeit, nicht wie jede andere Thätigkeit durch und im Objekte erkennbar iſt.

Eine Urſache aber, die nicht unmittelbar wieder objektiv ſich darſtellt, ſondern nur als Urſache einer andern Thätigkeit erkannt wird, kann offenbar nur eine in ihr Subjekt zurückgehende d. i. negative Urſache ſeyn. Aber eine negative Urſache iſt nur denkbar, als eine Urſache der Receptivität.

Urſache aller organiſchen Duplicität iſt alſo die Urſache, wodurch in den Organismus eine urſprüngliche Receptivität kommt.

Eine ſolche Urſache, durch welche die Receptivität des Organismus voraus beſtimmt iſt, müſſe man doch wohl als Urſache alles Organismus annehmen. Denn durch Receptivität für äußere Einflüſſe überhaupt kann er ſich von dem Unorganiſchen nicht unterſcheiden. Vielmehr dadurch allein unterſcheidet ſich das Lebende vom Todten, daß dieſes jedes Eindrucks empfänglich iſt, jenem aber eine eigenthümliche Sphäre der Receptivität durch ſeine eigene Natur zum voraus beſtimmt iſt; denn durch die Sphäre ſeiner Receptivität iſt dem Organismus auch die Sphäre ſeiner Thätigkeit beſtimmt. Die Sphäre ſeiner Receptivität muß alſo beſtimmt ſeyn durch dieſelbe Urſache, durch welche ſeine Natur überhaupt beſtimmt iſt.

Die Urſache der — Senſibilität alſo Urſache alles Organismus, und Senſibilität ſelbſt Quell und Urſprung des Lebens. In alles Organiſche muß alſo auch der Funken der Senſibilität gefallen ſeyn, wenn ſich ihr Daſeyn auch in der Natur nicht überall demonſtriren läßt, denn der Anfang der Senſibilität nur iſt der Anfang des Lebens — Wie ſie in der organiſchen Natur, obgleich ohne ſie kein Organismus möglich iſt, indemonſtrabel ſeyn könne, zeigt Schelling in der Folge.

Es entſteht nun aber die Frage: was die Urſache der Senſibilität abſtrahirt von ihrem Subjekt, was ſie objektiv, oder an ſich ſey?

Es iſt offenbar, daß dieſe Urſache, als Urſache des Organismus, außerhalb der Sphäre des Organismus ſelbſt fallen müſſe. Sie kann aber eben ſo wenig in die Sphäre des Mechanismus fallen, denn der Organismus kann dem Anorgiſchen nicht untergeordnet ſeyn. Sie muß alſo in eine Sphäre fallen, die Organismus und Mechanismus ſelbſt wieder unter ſich begreift, und höher iſt, denn beyde. Aber jene höhere Sphäre iſt keine andere, als die Natur ſelbſt, in ſo fern ſie als ſchlechthin unbedingt gedacht wird. Mit andern Worten alſo: die Urſache der Senſibilität muß in die letzten Bedingungen der Natur ſelbſt ſich verlieren.

3. Senſibilität wird nur in anderer Thätigkeit erkannt. Thätigkeit iſt ihr Produkt. Wie kann aber Senſibilität unmittelbar in Thätigkeit übergehen?

In den Organismus kommt durch die urſprüngliche Duplicität eine urſprüngliche Entgegenſetzung. Der Organismus iſt ſich ſelbſt entgegengeſetzt, aber

damit es zum Produkt kommen könne, muß er mit ſich ſelbſt im Gleichgewicht ſtehen. So kommt in den Organismus Ruhe, ſein Zuſtand iſt ein Zuſtand der Homogeneität, er iſt eine eigene in ſich ruhende, in ſich beſchloſſene Welt.

Aber in dieſem Gleichgewicht würde alle organiſche Thätigkeit erlöſchen, der Organismus würde aufhören, ſein eigen Objekt zu ſeyn, denn er würde ſich in ſich ſelbſt verlieren.

Jenes Gleichgewicht muß alſo continuirlich geſtört, aber auch continuirlich wieder hergeſtellt werden. Im Organismus ſelbſt aber liegt kein Grund ſeines Geſtörtwerdens. Er müßte alſo außer dem Organismus liegen. Geſtörtes Gleichgewicht iſt in der Natur nur durch die Tendenz zur Wiederherſtellung erkennbar. So gewiß es alſo geſtört wird, muß auch eine Tendenz zur Wiederherſtellung deſſelben im Organismus ſeyn. Aber dieſe Tendenz kann nur vom höhern Organismus ausgehen, alſo muß der höhere Organismus durch die Paſſivität des niedern zur Thätigkeit beſtimmt werden können, dieß iſt nicht anders möglich, als wenn durch das Minus von Thätigkeit im Niedern, ein Plus von Thätigkeit im Höhern bedingt iſt.

4. Dieſe Thätigkeit muß vorerſt eine Thätigkeit ſeyn, die in den Organismus als Objekt übergeht. Es iſt eine Thätigkeit nach außen. Aber daß es für den Organismus überhaupt etwas Aeußeres, d. h. etwas von ihm verſchiedenes gebe, iſt nur durch eine höhere Influenz möglich, für welche die Außenwelt des Organismus ſelbſt eine von ihr verſchiedene d. h. äußere Welt iſt. Aber auf und durch den Organismus iſt wirklich eine ſolche Influenz thätig. Dieſe

Influenz aber zeigt ſich in der Erfahrung als eine ſolche, die nur unter der Bedingung der Duplicität thätig iſt. Sie wird alſo im Organismus nur unter Bedingung der Duplicität thätig ſeyn. Duplicität wird der organiſche Thätigkeitsquell ſeyn. Aber im Organismus iſt die Duplicität aufgehoben, er ſteht mit ſich ſelbſt im Gleichgewicht, es iſt in ihm Ruhe, aber es ſoll in ihm Thätigkeit ſeyn. Dieſe kann nur durch beſtändige Wiederherſtellung der Duplicität hervorgebracht werden. Aber dieſe beſtändige Wiederherſtellung kann ſelbſt nur durch ein drittes geſchehen, und darum wird jene Urſache im Organismus nur unter der Bedingung der Triplicität als thätig erſcheinen.

Da nun der Organismus nicht abſolute Ruhe, ſondern nur Ruhe in der Thätigkeit iſt, ſo muß im Organismus auch jene Triplicität als beſtändig vorhanden angenommen werden. Aber iſt ſie beſtändig vorhanden, ſo iſt im Organismus Thätigkeit zwar, aber homogene gleichförmige Thätigkeit. Aber homogene gleichförmige Thätigkeit erſcheint im Objekt überhaupt als Ruhe.

Nun wurde aber eine Thätigkeit poſtulirt, die in den Organismus als Objekt übergeht, d. h. die ſich durch eine äußere Veränderung im Organismus darſtellt. Jene Triplicität muß alſo nicht beſtändig vorhanden im Organismus angenommen werden.

Dieſer Widerſpruch läßt ſich nur ſo auflöſen: Jene Triplicität muß beſtändig nur werden (entſtehen und verſchwinden), nie ſeyn.

5. Durch welchen Effekt wird jene Thätigkeit im Organismus als Objekt ſich darſtellen?

Es

Es iſt eine Thätigkeit, deren urſprüngliche Bedingung Duplicität iſt. Eine Thätigkeit aber, deren Bedingung Duplicität iſt, kann nur eine ſolche ſeyn, die auf Intusſuſception geht. Jene Thätigkeit wird alſo äußerlich als eine Tendenz zur Intusſuſception erſcheinen. Aber keine Intusſuſception iſt möglich ohne Uebergang in eine gemeinſchaftliche Raumerfüllung, und dieſer Uebergang nicht ohne Verdichtung oder Verminderung des Volumens. Jene Thätigkeit wird alſo äußerlich erſcheinen, als eine Thätigkeit der Volumsverminderung, der Effekt ſelbſt als Contraktion.

6. Aber die Tendenz jener Thätigkeit iſt die Intusſuſception, und ebendeßwegen, weil jede Thätigkeit in ihrem Produkt erliſcht, würde ſie in der Intusſuſception erlöſchen. Es kann alſo nicht zur Intusſuſception kommen. Dieß iſt aber nur auf folgende Art möglich: Es müßte durch die Tendenz zur Intusſuſception ſelbſt ihre Bedingung wieder vernichtet werden. Wird aber die Bedingung aufgehoben, ſo hört auch das Bedingte, die Thätigkeit, auf. Dieſes bloße Aufhören der Thätigkeit kann aber nicht Urſache der Wiederherſtellung des vorigen Zuſtandes des Organs ſeyn. Es muß vielmehr mit dem Aufhören jener Action, welche Urſache der Contraktion, eine entgegengeſetzte Action eintreffen, welche Urſache des entgegengeſetzten Zuſtandes des Organs wird. Dieſe Action muß nicht eintreten können, ſo lange eine entgegengeſetzte ihr das Gleichgewicht hält, ſie muß aber hervortreten, ſo wie ihre entgegengeſetzte verſchwindet, d. h. ſie muß eine immer gegenwärtige, und in dem Subjekt des Organismus ſelbſt begründete Action, ſonach die Action der Duplicität ſeyn. Ihre Wirkung

kung iſt die entgegengeſetzte von der Contraktion, d. h. Wiederherſtellung des Volumens, oder der Expanſion. Jene Thätigkeit alſo würde im Organismus als Objekt durch einen Wechſel von Contraktion und Expanſion ſich darſtelleu.

7. Irritabilität iſt noch etwas Inneres, aber jene Thätigkeit muß ganz zu einer äußern werden, ganz im äußern Produkte ſich darſtellen, und wenn ſie in ihm ſich darſtellt, in ihm erlöſchen. Aber dieſe Thätigkeit, indem ſie ganz in das Produkt als ein Aeußeres übergeht, iſt keine andere, als die produktive Thätigkeit ſelbſt. Irritabilität muß alſo unmittelbar in Bildungstrieb, oder Produktionskraft übergehen.

Auch fängt alle Bildung in der organiſchen Natur mit der Irritabilität an,) d. h. mit einem Wechſel von Expanſion und Contraktion, wie dieß beſonders bey der Metamorphoſe des Inſektes ſehr ſichtbar iſt.

Aber wenn in der Produktionskraft die Irritabilität nur als auf ihrer äußerſten Stufe erſcheint, ſo muß, wenn die Produktion je vollendet iſt, die Irritabilität völlig erlöſchen. Aber die Produktion muß vollendet werden, weil ſie überhaupt eine endliche Produktion iſt. Soll ſie alſo noch nach Vollendung des Produktes fortdauern, ſo müßte ſie in einer Rückſicht endlich, in anderer unendlich ſeyn. Es müßte eine innerhalb ihrer beſtimmten Sphäre wenigſtens unendliche Produktion — das Beſtehen des Organismus müßte ein beſtändiges Reproducirtwerden, mit einem Wort, die Produktionskraft müßte Reproduktionskraft ſeyn.

8. Wie aber Produktionskraft in Reproduktionskraft übergehen könne, iſt vorerſt nicht anders

denk-

denkbar, als durch ein beſtändiges Wiederanfachen der Irritabilität, und der Produktionskraft. Dieſes Wiederanfachen iſt, weil Bedingung aller Irritabilität Heterogeneität iſt, nicht möglich, als dadurch, daß in dem Organismus eine immer erneuerte Heterogeneität unterhalten wird, und das Mittel, dieſe Heterogeneität immer zu erneuern und zu unterhalten — die Nutrition.

Hieraus folgert nun Schelling, daß das Leben kein chemiſcher Prozeß ſey. Denn was durch die Nutrition in den Organismus komme, wirke als erregende Potenz, mithin nur indirekt chemiſch.

9. Aber jene Kraft, die in der Reproduktion als thätig erſcheint, iſt eine ihrer Natur nach unendliche Kraft; denn ſie iſt an die ewige Ordnung des Univerſums ſelbſt geknüpft, und iſt wirkſam, wo nur ihre Bedingungen gegeben ſind. Aber ihre Bedingungen ſind im Organismus immer gegeben. Sie müßte alſo immerfort produciren. Dieſe fortgehende Produktion würde nun entweder auf das Produkt beſchränkt ſeyn, nicht über daſſelbe hinausſtreben, d. h. es müßte, da die organiſche Form nicht überſchritten werden kann, ein unbegrenztes Wachsthum ſtatt finden. Oder die Produktion würde über ihr Produkt hinausſtreben. Aber die Bedingung jener Kraft iſt Duplicität. Geht ſie alſo weiter, ſo müßte im Produkt eine Duplicität ſeyn, deren einer Faktor außerhalb des Produktes fiele. Wäre im Produkt keine ſolche Duplicität, ſo könnte die Produktionskraft zwar weiter gehen, aber ſie könnte ſich nur in Produkten darſtellen, die bey aller Regelmäßigkeit doch unorganiſche Produkte wären — und dieß wären die Produkte des ſogenannten Kunſttriebs.

10. Bey dem Kunſttrieb wird alſo vorausgeſetzt, daß er über das Produkt hinausgehe, ohne Daſeyn einer Duplicität, deren einer Faktor außerhalb des Produktes fiele. Wäre nun aber im Produkt eine Duplicität, deren einer Faktor wirklich außerhalb des Produktes fiele, ſo könnte er nur wieder in einem organiſchen Produkt liegen, denn die Duplicität müßte organiſcher Art ſeyn. Dieſes Produkt müßte dem erſten in Anſehung dieſes einen Faktors entgegengeſetzt ſeyn, aber ebendeßwegen in Anſehung der höhern Faktoren des Organismus überhaupt, ihm gleich ſeyn. In Anſehung dieſer Duplicität, von der in jedem Produkt nur der eine Faktor iſt, müßten beyde den allgemeinen Charakter ihrer Entwickelungsſtufe einzeln unvollſtändig, beyde zuſammen aber vollſtändig ausdrücken.

Aber Individuen, die ſich ſo zu einander verhalten, ſind Individuen von entgegengeſetztem Geſchlecht einer und derſelben Gattung.

Ueberhaupt folgert Schelling aus dieſen Unterſuchungen folgendes Reſultat:

Der Organismus, um erregbar zu ſeyn, muß mit ſich ſelbſt im Gleichgewicht ſtehen, in dieſen Gleichgewichtspunkt fällt der Organismus als Objekt. Stünde der Organismus nicht mit ſich ſelbſt im Gleichgewichte, ſo könnte dieſes Gleichgewicht nicht geſtört werden, es wäre im Organismus kein dynamiſcher Thätigkeitsquell, es wäre in ihm keine Senſibilität. Aber ebendeßwegen, weil Senſibilität nur Störung des organiſchen Gleichgewichts iſt, iſt ſie nur in der continuirlichen Wiederherſtellung des Gleichgewichts erkennbar. Dieſe Wiederherſtellung zeigt ſich durch die Irritabilitätserſcheinungen: die urſprüng-

lichſten Faktoren der Erregbarkeit ſind alſo Senſibilität und Irritabilität, die nothwendig coexiſtiren. Aber weil das Produkt jeder Wiederherſtellung immer wieder der Organismus ſelbſt iſt, ſo erſcheint ſie auf der tiefſten Stufe als beſtändige Selbſtreproduktion des Organismus, ihre Urſache als Reproduktionskraft; daß ſie aber als ſolche erſcheint, iſt zuletzt nur durch die Influenz einer höhern Ordnung, durch die der Organismus gegen die Einflüſſe ſeiner unmittelbaren Außenwelt geſchützt und gleichſam gewafnet iſt, d. h. nur aus der Erregbarkeit, begreiflich.

Schelling folgert hieraus unmittelbar folgenden Satz. Es iſt nur eine Organiſation, die durch alle Stufen von den Thieren bis zur Pflanze herab ſich verliert, und eine ununterbrochen wirkende Urſache, die von der Senſibilität des erſten Thiers an bis in die Reproduktionskraft der letzten Pflanze ſich verliert.

Wenn alſo in der organiſchen Natur nur der allgemeine Organismus gleichſam ſich contrahirt, ſo müſſen, nach Schelling's Behauptung, in der allgemeinen Natur wenigſtens die Analoga aller jener organiſchen Kräfte vorkommen, und ſo wäre

1. das Licht das, was in der allgemeinen Natur der Urſache des Bildungstriebs in der organiſchen Natur entſpricht. Und wenn das Licht letzte Urſache alles chemiſchen Prozeſſes iſt, ſo wäre der Bildungstrieb ſelbſt nur die höhere Potenz des chemiſchen Prozeſſes, und ſo, da alle unorganiſche Bildung doch nur chemiſch geſchieht, wäre es eine Action, die allen Naturbildungen ihre Regelmäßigkeit giebt.

Unter dieſer Action, behauptet Schelling, iſt nun ſchlechterdings nichts materielles zu denken, ſo wenig als unter dem Licht ſelbſt. Sie ſelbſt iſt ſchlechthin nicht materiell, nur ihre unmittelbaren Produkte ſind es. Wäre das Licht ihr Produkt, ſo wäre es Materie, in dem Sinne, wie überhaupt etwas Materie iſt. Denn da alle Materie Raumerfüllung, d. h. Action von beſtimmten Grad iſt, ſo iſt in ſo fern alle Materie immateriell. Aber das Licht iſt nicht ihr Produkt, ſondern nur ihr Phänomen. Das Licht, d. h. das, was wir Licht nennen, iſt überhaupt nicht Materie, ſelbſt nicht eine werdende, es iſt vielmehr das Werden ſelbſt; Lichtwerdung das unmittelbare Symbol der nie ruhenden Schöpfung. Da das Licht keines höhern Lichts bedarf, und da es eigentlich das iſt, was die äußerſte Grenze unſerer Senſibilität bezeichnet, kann es nicht mehr ſelbſt Objekt d. h. Materie ſeyn. Indeß verſteht ſich von ſelbſt, daß jenem Werden, das wir Licht nennen, irgend ein Subſtrat, alſo irgend eine Materie zum Grunde liegen muß. Aber, was wir Licht nennen, iſt nicht jenes Subſtrat, ſondern das Werden ſelbſt.

Hier ſucht nun Schelling zu erklären, wie dieſe Anſicht des Lichts ſich mit den chemiſchen Wirkungen deſſelben, ſo wie mit den optiſchen Phänomenen zuſammenreimen.

2. Muß die Elektricität das ſeyn, was der Irritabilität in der Außenwelt entſpricht. Hiebey führt er nun vorzüglich die galvaniſchen Erſcheinungen an. Allein die Erfahrung hat nun ſchon einiges von Schelling hier angezeigte ganz widerlegt.

Es muß aber in der Außenwelt eine noch höhere Urſache geben, welche ſich zur Elektricität eben ſo

verhalten muß, wie Senſibilität zur Irritabilität. Denn die höchſte in der Natur wirkende Urſache, die wir bis jetzt kennen, eben jene allgemeine dynamiſche Action ſetzt als Bedingung ihrer Thätigkeit ſchon ein dynamiſches Außereinander, d. h. eine urſprüngliche Duplicität voraus. Es muß alſo über dieſer Urſache eine höhere (als allgemeiner dynamiſcher Thätigkeitsquell) vorausgeſetzt werden. Und ſo wird, wie Schelling zwar nur hypothetiſch (alſo nicht phyſiſch) behauptet,

3. der allgemeine Magnetismus das ſeyn, was der Senſibilität in der Außenwelt entſpricht, oder dieſelbe letzte Urſache, welche in der allgemeinen Natur Urſache des allgemeinen Magnetismus iſt, wird Urſache der Senſibilität in der organiſchen Natur ſeyn, denn

a. ſo wie in der organiſchen Welt Senſibilität an der Grenze aller Erſcheinungen ſteht, ſo in der allgemeinen Natur das, was der Senſibilität entſpricht. Es muß für die allgemeine Natur eben das ſeyn, was die Senſibilität für die organiſche iſt, d. h. allgemeiner dynamiſcher Thätigkeitsquell, und ſo wie der Senſibilität alle organiſche Kräfte untergeordnet ſind, ſo dem ihr entſprechenden alle dynamiſchen Kräfte des Univerſums.

b. In dem, was der Senſibilität entſpricht, muß in der ganzen nicht organiſchen Natur allein eigentlich Identität in der Duplicität und Duplicität in der Identität ſeyn; denn eben dieß iſt das Unterſcheidende alles Organismus.

Aber auch den urſprünglichſten Zuſtand der Natur müſſen wir uns als einen Zuſtand der allgemeinen

nen Identität, und Homogeneität denken. Denn die erſten und höchſten Urſachen ſind thätig nur unter Bedingung der Duplicität, und ſetzen ſie ſchon voraus. Die Action der Schwere ſetzt wenigſtens ein mechaniſches, die allgemeine dynamiſche Action noch ein höheres dynamiſches Außereinanderſeyn voraus.

Was für eine Urſache auch dieſe ſey, ſo ſieht man doch ſo viel. — Was Quell aller Thätigkeit iſt, iſt ſelbſt nicht mehr objektiv erkennbar. Es iſt etwas abſolut Nicht-objektives. Aber abſolut-objektiv kann nur das ſeyn, was ſelbſt Urſache alles Objektiven, d. h. Urſache der Natur ſelbſt iſt.

Allein was iſt denn der Organismus, als die concentrirte Natur ſelbſt, oder der allgemeine Organismus im Zuſtand ſeiner höchſten Contraktion? Es muß alſo eine letzte Urſache der Identität der letzten Urſache angenommen werden, wodurch organiſche und anorgiſche, d. h. die allgemeine Natur beſeelt iſt. Dieſelbe Urſache alſo, welche den erſten Funken der Heterogeneität in die Natur geworfen hat, hat in ſie auch den erſten Keim des Lebens geworfen, und was Thätigkeitsquell in der Natur überhaupt iſt, iſt auch Lebensquell in der Natur.

Dieſelbe Urſache, welche verhindert, daß die Extreme der Natur in einander übergehen; und das Univerſum in eine Homogeneität zuſammenſchwinde, dieſelbe verhindert auch das Erlöſchen des Organismus und ſeinen Uebergang in den Zuſtand der Identität. Wie durch die abſolute Duplicität alle, ſo iſt durch die organiſche Duplicität die organiſche, Thätigkeit bedingt.

Es wird alſo eine gemeinſchaftliche Urſache der allgemeinen und der organiſchen Duplicität poſtulirt.

Das

Das allgemeine, die geſammte Natur, umfaſſende, ebendeßwegen höchſte Problem, ohne deſſen Auflöſung durch alles bisherige nichts erklärt iſt, iſt dieſes:

Welches iſt der allgemeine Thätigkeitsquell in der Natur? Welche Urſache hat in der Natur das erſte dynamiſche Außereinander hervorgebracht? Oder welche Urſache hat zuerſt in die allgemeine Ruhe der Natur den Keim zur Bewegung, in die allgemeine Identität Duplicität, in die allgemeine Homogeneität der Natur den erſten Funken der Heterogeneität geworfen?

In der organiſchen Welt iſt Bildungstrieb, was in der anorgiſchen chemiſcher Prozeß iſt. Aber auch die Bedingung des chemiſchen Prozeſſes iſt eine allgemeine Heterogeneität, und er hat in ſo fern gleiche Bedingungen mit der Reproduktionskraft. Die Auflöſung jener Aufgabe iſt alſo zugleich als eine Theorie des chemiſchen Prozeſſes, und umgekehrt die Theorie des chemiſchen Prozeſſes als eine Auflöſung jenes Problems anzuſehen. Herr Schelling giebt nun folgende allgemeine Theorie des chemiſchen Prozeſſes.

Die Urſache, welche als in Irritabilität und Reproduktionskraft wirkſam erkannt wird, kann nur unter der Bedingung der Duplicität als thätig erſcheinen. Aber eine Urſache, deren Thätigkeit durch Duplicität bedingt iſt, kann nur eine ſolche ſeyn, die auf Intusſuſception geht, weil dieſe ohne zwey Körperindividuen, die in ein identiſches Subjekt übergehen, nicht denkbar iſt. Die Tendenz jener Urſache muß alſo die Intusſuſception, und wenn Intusſuſception nur im chemiſchen Prozeß iſt, muß ſie Urſache alles chemiſchen Prozeſſes ſeyn.

Es

Es exiſtirt alſo zwiſchen organiſcher und anorgiſcher Natur eine gleiche Abſtufung, wie in der organiſchen Natur ſelbſt zwiſchen den höhern und niedern Kräften. In der anorgiſchen Natur hat ſich ſchon in die Elektricität verloren, was in der organiſchen Irritabilität, und ſchon in den chemiſchen Prozeß, was in der organiſchen Reproduktionskraft iſt.

Die Urſache des chemiſchen Prozeſſes tendirt gegen Aufhebung aller Dualität. Es muß alſo in dem chemiſchen Prozeß abſolute Intusſuſception ſeyn, d. h. Uebergang zweyer heterogener Körper in eine identiſche Raumerfüllung. Eine identiſche Raumerfüllung entſteht aber nicht, wo ein Körper nur durch den andern verbreitet iſt, denn eine ſolche Verbreitung würde immer noch zwey Körper übrig laſſen, ſondern nur, wo die Individualität jedes einzelnen abſolut aufgehoben und ein neuer Körper als ein gemeinſchaftliches Produkt gebildet wird.

Intusſuſception iſt alſo mechaniſch ſchlechthin unmöglich, ſo etwa, wie der Atomiſtiker die Auflöſung ſich vorſtellt, nach deſſen Begriffen ſie immer nur partiell iſt, d. h. nur bis auf die kleinſten Theile der feſten Körper, die in dem Auflöſungsmittel, einander unendlich nahe, verbreitet ſind, ſich erſtreckt. Abgeſehen davon, daß dieſe Theorie auf dem Begriff der Materie als eines bloßen Aggregats von Theilen, deren Zuſammenhang durch keine phyſiſche Kraft überwindlich iſt, beruht; abgeſehen ferner von den unnatürlichen Vorſtellungen, zu welchen der Begriff einer mechaniſchen Auflöſung führt, ſo kann doch eine ſolche, da ſie nur die Oberflächen trifft, ſchlechterdings nicht Intusſuſception heißen, und wenn ſie weiter gehen ſoll, iſt ſie nicht mehr mechaniſch denkbar.

Vielmehr da die Undurchdringlichkeit der Materie nur als Stillſtand der Expanſion und Contraktion gedacht werden kann, ſo kann keine Durchdringlichkeit als nur durch Wiederherſtellung jenes Wechſels, d. h. durch geſtörtes Gleichgewicht der expanſiven und compreſſiven Kräfte der Materie, gedacht werden. Denn da zwey Materien ſich nicht durchdringen können, ohne eine Materie zu werden, ſo muß jede einzelne gleichſam aufhören, Materie, d. h. eine gleichförmige Raumerfüllung zu ſeyn, die Materie muß in den Zuſtand des urſprünglichen Werdens zurückgeſetzt werden.

Aus dieſem Begriff des chemiſchen Prozeſſes folgt, daß, da in demſelben eine vollkommene Durchdringung vorgeht, die Urſache deſſelben nicht wieder eine dem chemiſchen Prozeß ſelbſt unterworfene Urſache und da Körperindividuen derſelben Sphäre für einander nothwendig ein mechaniſches Außereinander bilden, eine Urſache aus einer höhern Sphäre ſeyn muß, für welche Subſtanzen der niedern nicht, wie für einander undurchdringlich, ſondern penetrabel ſind.

Die erſte Folge aus den abgeleiteten Grundſätzen iſt, daß der chemiſche Prozeß nur zwiſchen heterogenen Körpern möglich iſt, und daß, wenn es eine Intusſuſception zwiſchen homogenen Körpern giebt, eine ſolche nicht chemiſcher Art ſeyn kann. Die erſte Aufgabe einer Theorie des chemiſchen Prozeſſes iſt alſo: die Heterogeneität, welche Bedingung deſſelben iſt, in der Natur abzuleiten.

Vorerſt verſteht ſichs, daß, da jede Heterogeneität nothwendig eine beſtimmte, dieſer Begriff aber ein bloßer Verhältnißbegriff iſt, es gewiſſe fixirte Beziehungspunkte aller Qualität geben muß, daß ſonach

der chemiſche Prozeß nothwendig ein begrenzter iſt, d. h. ein äuſſerſtes hat, über das er nicht hinaus kann. Denn hätte der chemiſche Prozeß nicht ein ſolches Aeußerſtes, durch das er begrenzt wird, ſo hätte er auch keinen Punkt, von dem er anfangen könnte. Aber daß der chemiſche Prozeß irgendwo anfängt, macht allein beſtimmte chemiſche Produkte möglich. Fienge er nirgends an und ſtünde er nirgends ſtille, ſo würde ein allgemeines Verfließen aller Qualitäten in einander ſtatt finden, d. h. es würde überhaupt keine beſtimmte Qualität in der Natur vorkommen.

Wie nun der chemiſche Prozeß im Univerſum überhaupt ein begrenzter werde, iſt durch die Theorie der Weltbildung vorerſt erklärt, in ſo fern nämlich nach derſelben die Organiſation im Gravitationsſyſteme zugleich eine dynamiſche Organiſation des Univerſums iſt, und durch die allgemeine Schwerkraft eine gewiſſe Grenze der allgemeinen Evolution beſtimmt iſt.

Wie aber der chemiſche Prozeß des einzelnen Weltkörpers (z. B. der Erde) begrenzt werde, muß aufgezeigt werden können, durch Aufzeigung der Hemmungspunkte, bey welchen alle Evolution der Erde ſtill ſteht.

Da das Gehemmtſeyn etwas lediglich Negatives iſt, ſo muß auch von jenen Hemmungspunkten eine lediglich negative Darſtellung möglich ſeyn. Sie werden bezeichnet ſeyn durch das, deſſen Zuſammenſetzung keine chemiſche Potenz dieſer beſtimmten Sphäre überwältigen kann, d. h. durch das Indecomponible. Nun iſt aber das Indecomponible in der Natur überhaupt nur dadurch möglich, daß es zugleich das Com-

Componible iſt, denn ſonſt würde die Materie in lauter Extreme ſich verlieren. Aber das Componibelſte erkennt man nur daran, daß es einzeln nicht darſtellbar iſt. Der eigentliche Begriff für jenes Negative iſt alſo der Begriff der Nichtdarſtellbarkeit, und nichts mehr und nichts weniger iſt unter dem Begriff des Stoffs zu denken.

In dem Begriff des Stoffs kann alſo nicht der Begriff des Einfachen gedacht werden. Was für die Chemie Stoff iſt, iſt Materie, wie jede andere, nur daß es eine in höherm Grade componible, ebendeßwegen nicht einzeln darſtellbare Materie iſt. Es zeigt ſich damit zugleich, daß der Begriff des Einfachen in der Natur überhaupt ein Scheinbegriff iſt. Da ein mechaniſch-Einfaches undenkbar iſt; ſo könnte nur ein dynamiſch-Einfaches, etwas, das nicht mehr Produkt, ſondern lediglich produktiv iſt, gedacht werden. Ein ſolches iſt oben durch den Begriff der einfachen Action bezeichnet worden, und da in der Natur ein unendliches Produkt ſich evolvirt, ſo kann man, wenn die Evolution als wirklich vollendet gedacht wird, ſich als die Elemente der Natur nur eine unendliche Mannigfaltigkeit einfacher Actionen denken. Allein es kommt in der Natur nicht zur abſoluten Evolution, die Vorausſetzung iſt alſo falſch, mithin auch das daraus geſchloſſene, es exiſtirt in der Natur kein einfaches, und weil ins Unendliche alles Produkt iſt, auch nicht das dynamiſch-Einfache, oder das rein-Produktive. Die urſprünglichſten Hemmungspunkte in der Natur ſind alſo auch nicht durch einfache Actionen, ſondern durch reelle Produkte bezeichnet, die ſich nicht weiter evolviren können, und die einfachen Actionen ſind nur die idealen Faktoren der Materie.

Im Begriff des Stoffs wird das Componibelſte gedacht. Aber jede Compoſition erfordert zwey Faktoren. Es müßte alſo in der Natur ein Componibles entgegengeſetzter Art exiſtiren. Das abſolut-Componible ſoll den Prozeß der Erde begrenzen; er müßte alſo nach entgegengeſetzten Richtungen begrenzt ſeyn. Vorerſt können keine Grenzen gedacht werden, als die der Evolution der Erde überhaupt. Es iſt ein abſolut-Hemmendes in den Qualitätsbeſtimmungen der Erde. Dieſes Hemmende überhaupt iſt das einzige wahre unzerlegbare, chemiſch unüberwindliche. Was alſo einzelne Subſtanzen, die an dieſer Grenze ſtehen, unzerlegbar macht, iſt nicht ihre Einfachheit, ſondern jenes negative Princip der Erde, was ihnen allen gemeinſchaftlich ſich mittheilt, und das man, dem urſprünglichen Begriff ſeiner Erfinder gemäß, das Phlogiſton nennen kann.

Da aber das Indecomponible nur als Componibles in der Natur exiſtiren kann, ſo wird ein jenem Princip entgegenwirkendes poſitives Princip auf die Natur wirken müſſen, das, weil durch jenes negative zugleich die Geſtalt fixirt iſt, ſich als ein aller Geſtalt feindſeliges Princip darſtellen wird (Wärme). Aber dieſes Princip wird ein nur durch fremde Influenz gewecktes Princip ſeyn.

Aber dieſem Indecomponiblen muß ein Indecomponibles anderer Art entgegenſtehen. Wenn jedes chemiſche Produkt ein gemeinſchaftliches aus heterogenen iſt, ſo müſſen die Faktoren des Produkts ſich in Bezug auf das Produkt entgegengeſetzt ſeyn. Nun iſt aber alle Materie der Erde eigentlich nur ein Faktor Eines höhern Produkts. Denn wenn das Univerſum durch ein unendliches Zerfallen eines Urprodukts in immer neue

Faktoren ſich gebildet hat, ſo kann jeder einzelne Faktor nur = Einem, und was zu ihm gehört, muß homogen ſeyn. Aber die Bedingung des chemiſchen Prozeſſes iſt Heterogeneität. Sind alſo alle Materien der Erde = Einer Materie, ſo iſt zwiſchen ihnen auch keine reelle Entgegenſetzung, alſo auch kein chemiſcher Prozeß möglich.

Soll ein chemiſcher Prozeß möglich ſeyn, ſo muß der eine Faktor deſſelben eine Materie ſeyn, die aller Materie der Erde gemeinſchaftlich entgegengeſetzt iſt, und in Bezug auf welche alle Materie der Erde nur Einem Faktor gleich gilt. Iſt es nur dieſer Eine aller Materie der Erde entgegengeſetzte Faktor, der allen chemiſchen Prozeß möglich macht, ſo muß auch zwiſchen Materien der Erde kein chemiſcher Prozeß möglich ſeyn, als nur ein durch jenen einen beſtändigen Faktor vermittelter, d. h. nur in ſo fern, als irgend ein Körper aus der Verwandtſchaftsſphäre der Erde Repräſentant jenes Princips iſt. Jenes Princip muß alſo Mittelglied aller chemiſchen Affinität, und alles chemiſchen Prozeſſes, und ebendeßwegen auch idealer Beziehungspunkt aller Qualitätsbeſtimmung ſeyn.

Da jener Eine Faktor aller Materie der Erde gemeinſchaftlich entgegengeſetzt iſt, ſo wird er zwar mittelbar oder unmittelbar in jeden dynamiſchen Prozeß der Erde eingreifen, aber er kann ebendeßwegen nicht wieder Produkt aus der Verwandtſchaftsſphäre der Erde, er muß Produkt der höhern Verwandtſchaftsſphäre, d. h. ein Produkt der Sonne ſeyn, und in ſo fern iſt die Sonne die letzte Urſache alles chemiſchen Prozeſſes der Erde.

Es folgt von ſelbſt, daß dieſes Princip, da es kein Produkt der Erde iſt, auch durch keine Subſtanz der Erde reducibel, alſo ein abſolut-unzerlegbares, ebendeßwegen aber zugleich ein ſchlechthin componibles ſeyn muß. Das nothwendige Daſeyn eines ſolchen Princips ſtellt ſich in der Erfahrung als dasjenige dar, was die neuere Chemie den Sauerſtoff nennt. Dieß Princip könnte entweder nur das mittelbar — oder das unmittelbar — Beſtimmende im dynamiſchen Prozeß der Erde ſeyn. Im erſten Falle müßte ein Körper vermöge ſeines Verhältniſſes zu ihm als ſein Repräſentant auftreten; es iſt oben abgeleitet worden, daß dieſes im elektriſchen Prozeß geſchieht. Im andern Falle würde der Sauerſtoff in den Prozeß ſelbſt eingreifen, entweder mittelbar durch einen Körper, mit dem er ſich identiſirt, oder unmittelbar. Im letztern Falle, da er nur das Mittelglied iſt, was die beyden entgegengeſetzten Affinitätsſphären der Erde und der Sonne trennt, müßte, ſobald es verſchwindet, die höhere Affinitätsſphäre, welche er im Gegenſatz gegen die Erde repräſentirt, ſelbſt in ihrem Phänomen, dem Licht hervortreten, d. h. es müßte ein Verbrennungsprozeß ſtatt finden. Wie ein Erdkörper Selbſtquell des Lichts werden könne, läßt ſich gar nicht anders begreifen, als durch dieſe Aufhebung oder Oeffnung eines Mittelgliedes, wodurch beyde Affinitätsſphären getrennt ſind.

Der Sauerſtoff iſt alſo Bedingung des elektriſchen Prozeſſes, weil Elektricität nur unter der Bedingung der Trennung entgegengeſetzter Affinitätsſphären möglich, und der Sauerſtoff nur das Trennende iſt. Er iſt Bedingung des Verbrennungsprozeſſes, weil dieſer einen Uebergang beyder in einander vor-

ausſetzt. Aber kein Uebergang ohne Trennung. Beyde Prozeſſe beruhen alſo auf demſelben Grundſatz, nur daß dieſer Gegenſatz, der bey jenem ein vermittelter iſt, bey dieſem ein unvermittelter wird.

Da nun der Sauerſtoff gegen die Erde nur die höhere Affinitätsſphäre repräſentirt, ſo hat er im Verbrennungsprozeß im Grunde dieſelbe Funktion, die der poſitive Körper im elektriſchen Prozeß hat. Denn ſo wie dieſer nur Repräſentant des Sauerſtoffs iſt, ſo jener nur Repräſentant einer höhern Affinität, (der Erde zur Sonne). Und ſo wie das Beſtimmende im elektriſchen Prozeß nur der Sauerſtoff iſt, ſo iſt es im Verbrennungsprozeß nur die höhere Affinität der Sonne.

Da nun dieſe höhere Affinität im Verbrennungsprozeſſe als Licht ſich offenbart, ſo wie ſie im elektriſchen Prozeß erſt als Sauerſtoff hervortreten muß, ſo kann man ſagen, daß der Sauerſtoff ſelbſt wieder nur Repräſentant eines höhern Princips, und zwar des Lichts ſey.

Und daß der Sauerſtoff allen Subſtanzen der Erde gemeinſchaftlich entgegengeſetzt iſt, d. h. daß alle mit ihm verbrennen, während er mit keiner andern verbrennt, iſt ſelbſt nur dadurch möglich, daß er kein höheres in dem Verwandtſchaftskreis der Erde hat, womit er verbrennt. Es iſt nothwendig, daß die abſolut unverbrennliche Subſtanz in Bezug auf ein höheres Syſtem entweder eine verbrannte ſey, oder die im höchſten Grad verbrennliche des untergeordneten Syſtems. Alle Subſtanzen der Erde verbrennen alſo, indem ſie ſich mit dem Sauerſtoff verbinden, mittelbar durch ihn mit einem höhern Princip.

Und ſo führt uns der Verbrennungsprozeß auf eine ins Unendliche zurückgehende Heterogeneität, denn was wird endlich im Univerſum das abſolut unverbrennliche ſeyn, mit dem zuletzt alles, und das mit nichts mehr verbrennt? — Man ſieht, daß dieſe Kette durch beſtändige Vermittelung ins Unendliche zurückreicht, und daß ſo, da aller chemiſcher Prozeß reducibel iſt auf den Verbrennungsprozeß, jeder chemiſche Prozeß bedingt iſt durch die letzten Faktoren des Univerſums, deren Uebergehen in einander die abſolute Homogeneität herbeyführen würde.

Die chemiſchen Erſcheinungen alſo, eben ſo wie die organiſchen, treiben uns auf die Frage nach dem letzten Urſprunge aller Duplicität. Der eine Faktor des chemiſchen Prozeſſes fällt immer außerhalb des einzelnen Produkts (z. B. der Erde), er fällt in ein höheres Produkt; aber für den chemiſchen Prozeß dieſer höhern Sphäre fällt ſein Einer, unveränderlicher Faktor, wieder in eine höhere Ordnung und ſo ins Unendliche.

Es iſt alſo ein allgemeiner Dualismus, der durch die ganze Natur geht, und die einzelnen Gegenſätze, die wir im Univerſum erblicken, ſind nur Sprößlinge jenes einen Urgegenſatzes, zwiſchen welchen das Univerſum ſelbſt fällt.

Aber was hat denn jenen Urgegenſatz ſelbſt hervorgerufen, hervorgerufen aus der allgemeinen Identität der Natur? Denn iſt die Natur die abſolute Totalität, ſo kann ihr auch nichts entgegengeſetzt ſeyn, denn alles fällt in ihre Sphäre und nichts außerhalb derſelben. Es iſt unmöglich, daß dieſes Unbegrenzte ſich in ein Endliches für die Anſchauung verwandle, als nur in ſo fern es ſich ſelbſt Objekt, d. h. in ſeiner Unendlichkeit endlich wird.

Jener Gegenſatz alſo muß angenommen werden, als entſprungen aus allgemeiner Identität. Dadurch ſehen wir uns gedrungen auf eine Urſache, die Heterogeneität nicht mehr vorausſetzt, ſondern ſelbſt hervorbringt.

Aber Heterogeneität hervorbringen heißt: Duplicität in der Identität ſchaffen. Aber Duplicität iſt auch nur in der Identität erkennbar. Die Identität muß alſo aus der Duplicität ſelbſt wieder hervorgehen.

Aber Einheit in der Entzweyung iſt nur da, wo das Heterogene ſich anzieht, und Entzweyung in der Einheit nur, wo das Homogene ſich zurückſtößt. Beydes coexiſtirt nothwendig, das Homogene flieht ſich nur, in ſo fern das Heterogene ſich ſucht, und das Heterogene ſucht ſich nur, in ſo fern das Homogene ſich flieht. Aber dieſes Hervorbringen des Heterogenen aus dem Homogenen, und des Homogenen aus dem Heterogenen erblicken wir am urſprünglichſten in den Erſcheinungen des Magnetismus. Die Urſache des allgemeinen Magnetismus wäre alſo auch die Urſache der allgemeinen Heterogeneität in der Homogeneität und der Homogeneität in der Heterogeneität.

Da Heterogeneität Quell der Thätigkeit und der Bewegung iſt, ſo wäre die Urſache des allgemeinen Magnetismus auch letzte Urſache aller Thätigkeit in der Natur, der urſprüngliche Magnetismus alſo für die allgemeine Natur, was die Senſibilität für die organiſche iſt — dynamiſcher Thätigkeitsquell: denn im Gebiet des Mechanismus ſieht man die Bewegung aus Bewegung entſpringen. Aber was iſt denn der erſte Quell aller Bewegung? es kann nicht wie-

der Bewegung ſeyn; es muß das entgegengeſetzte von Bewegung ſeyn. Bewegung muß aus Ruhe hervorquellen. So wie im chemiſchen Prozeß, wo nicht der bewegte Körper den ruhenden oder bewegten, ſondern der ruhende den ruhenden bewegt. Eben ſo im Organismus, wo keine Bewegung unmittelbar wieder Bewegung hervorbringt, ſondern wo jede Bewegung vermittelt iſt durch Ruhe.

Es folgt alſo, daß

a. der Magnetismus eben ſo wie die Senſibilität an der Grenze der organiſchen, an der Grenze der allgemeinen Naturerſcheinungen ſtehe, d. h. daß keine Naturerſcheinung exiſtire, aus welcher er abgeleitet werden könnte, werde jeder zugeben. Denn die einzigen Erſcheinungen, aus welchen ihn abzuleiten jemand verſucht werden könnte, die elektriſchen, haben außer der Wirkung durch Vertheilung mit den magnetiſchen nichts gemeinſchaftliches, und dieſe eben iſt der höhere Faktor im elektriſchen Prozeß — übrigens kann man zwar jeder magnetiſchen Erſcheinung eine elektriſche, nicht aber jeder elektriſchen eine magnetiſche entgegenſtellen. Dieß, und das zwar jeder magnetiſche Körper elektriſch, nicht aber jeder elektriſche magnetiſch iſt, beweiſet, daß der Magnetismus eine ihrer Ausdehnung nach viel eingeſchränktere Kraft, und daß ebendeßwegen der Magnetismus, nicht ſowohl der Elektricität, als die Elektricität dem Magnetismus untergeordnet iſt.

b. Daß im Magnetismus, dem allgemeinen ſowohl als dem ſpeciellen einzelner Subſtanzen die urſprünglichſte Identität in der Duplicität und umgekehrt ſey, ſey zu klar, um weitläuftig bewieſen zu werden.

Dieſe

Dieſe Identität der Senſibilität und des Magnetismus in Anſehung ihrer Urſache vorausgeſetzt, ſo muß der Magnetismus eben ſo wie die Senſibilität das Beſtimmende aller organiſchen Kräfte, das Beſtimmende aller dynamiſchen Kräfte ſeyn.

Um dieſen Satz zur vollen Evidenz zu erheben, bedarf es nur des Beweiſes, daß in der allgemeinen Natur nicht nur dieſelbe Gradation der Kräfte, wie in der organiſchen ſey, ſondern auch, daß dieſe Gradation in der allgemeinen und der organiſchen Natur derſelben Proportion, und denſelben Geſetzen folge.

Für die Gradation der Kräfte in der organiſchen Natur fand ſich folgende Proportion. Am reichlichſten iſt die Reproduktionskraft, ſparſamer die Irritabilität, am ſparſamſten aber das höchſte, die Senſibilität.

Aber Hr. Schelling fragt, was iſt denn auch in der organiſchen Welt ſparſamer ausgeſtreuet, als die magnetiſche Kraft, die wir nur an wenigen Subſtanzen wahrnehmen? Die Zahl in hohem Grade elektriſcher Körper mehrt ſich ſchon außerordentlich, und es iſt kein Körper, der abſolut unelektriſch wäre, wie keine Organiſation abſolut irritabel iſt. Dagegen die chemiſche Eigenſchaft allen Körpern eigen iſt.

Ferner, jeder magnetiſche Körper iſt auch elektriſch und chemiſch, ſo wie keine Organiſation, der Senſibilität zu Theil wurde, der Irritabilität oder Reproduktionskraft entbehrt. Aber nicht jeder elektriſche Körper iſt auch magnetiſch, ſo wie nicht jede Organiſation, die Spuren von Irritabilität zeigt, auch Senſibilität hat.

Aber Reproduktionskraft iſt auch Irritabilität, Irritabilität auch Senſibilität. In der Pflanze z. B. hat ſich nur für die Erſcheinung ſchon in Reproduktionskraft verloren, was beym Thier noch Irritabilität iſt, und beym niedern Thier für die Erſcheinung nur in Irritabilität, was beym höhern noch als Senſibilität unterſchieden wird. Aber eben ſo hat ſich beym chemiſchen Körper für die Erſcheinung ſchon in chemiſchen Prozeß verloren, was beym elektriſchen noch Elektricität, was beym magnetiſchen noch Magnetismus iſt. Aber der Magnetismus iſt ſo allgemein in der allgemeinen Natur, als die Senſibilität in der organiſchen, die auch der Pflanze zukommt. Aufgehoben iſt er in einzelnen Subſtanzen nur für die Erſcheinung; in den unmagnetiſchen Subſtanzen verliert ſich unmittelbar in Elektricität, was bey den magnetiſchen noch als Magnetismus unterſchieden wird, ſo wie bey den Pflanzen unmittelbar in Zuſammenziehungen ſich verliert, was beym Thier noch als Senſation unterſchieden wird.

Es fehle alſo nur an den Mitteln, um den Magnetismus der ſogenannten unmagnetiſchen Subſtanzen zu erkennen, und zu verhindern, daß ſich nicht in Elektricität oder chemiſchen Prozeß verliert, was auf der höhern Stufe als Magnetismus erſcheint.

Sieht man ferner auf den Mechanismus jener Stufenfolge, ſo wie ſie für die organiſche Natur beſtimmt wurde, ſo ergiebt ſich folgendes:

Es iſt eine Urſache, die ſich allmählig aus der einen Funktion in die andere verliert. Senſibilität geht in Irritabilität über, dieß iſt nicht möglich, als wenn beyde einen Faktor wenigſtens gemein haben. In der Erſcheinung iſt es das Syſtem der Nerven,

die

die Organe beyder zugleich ſind. Wo der höhere Faktor der Senſibilität allmählig verſchwindet, und der niedere allmählich das Uebergewicht erlangt, fängt auch Senſibilität an, in Irritabilität ſich zu verlieren.

Aber eben ſo müſſen auch Irritabilität und Reproduktionskraft einen Faktor wenigſtens gemein haben; denn wie könnte ſonſt jene in dieſe übergehen? Aber ſo ſey es auch. Der eine Faktor der Irritabilität, jener Wechſel von Expanſion und Contraktion, iſt auch Bedingung der Reproduktionskraft, und eben da, wo Irritabilität in Reproduktionskraft übergeht, ſieht man auch den einen Faktor der Irritabilität verſchwinden. Es iſt allgemeines Geſetz, daß die Reproduktionskraft einzelner Theile, z. B. das umgekehrte Verhältniß ihrer Abhängigkeit von den Nerven beobachtet. Soll alſo Irritabilität Reproduktionskraft werden, ſo muß ihr höherer Faktor verſchwinden, und umgekehrt, wo von der Irritabilität nur der niedere Faktor noch übrig iſt, wird ſie zur Reproduktionskraft.

Es kann alſo als allgemeines Geſetz für dieſe Stufenfolge aufgeſtellt werden: die höhere Funktion verliert ſich in die untergeordnete dadurch, daß ihr höherer Faktor verſchwindet, und der niedere höherer Faktor der untergeordneten Kraft wird.

Dieſes Geſetz übergetragen auf die dynamiſche Stufenfolge in der allgemeinen Natur, ſo iſt der Magnetismus der Heterogeneität hervorbringende, durch Vertheilung wirkende. Und was in den Irritabilitätserſcheinungen jener Wechſel von Contraktion und Expanſion iſt, das iſt in den Elektricitätserſcheinungen der Wechſel von Anziehung und Zurückſtoßung. Die Anziehung geſchieht vermöge des

höhern

höhern Faktors der Elektricität, die Zurückſtoßung vermöge des niedern Faktors, nämlich der Mittheilung homogener Elektricität. Aber eben jener Wechſel von Expanſion und Contraktion iſt auch Bedingung der Möglichkeit alles chemiſchen Prozeſſes. Denn nur vermöge eines Wechſels expanſiver und compreſſiver Kräfte können zwey verſchiedene Körper in eine identiſche Raumerfüllung übergehen. Nun ſetze man aber, daß jener höhere Faktor verſchwinde, ſo wird die Bewegung entweder in Contraktion, oder in Expanſion ſtillſtehen, — und das caput mortuum iſt — eine gleichförmige Raumerfüllung = todter Materie.

Es ſind alſo die letzten Regungen der organiſchen Kraft, die wir in den chemiſchen Bewegungen der Körper erblicken, und es iſt eine Kraft, die den zuſammengeſetzten Thierkörper wie den chemiſchen contrahirt.

Wenn nun allgemeine Analogien überhaupt beweiſende Kraft haben, ſo iſt kein Zweifel, daß dem Magnetismus dieſelbe Funktion für die allgemeine Natur zugeſchrieben werden muß, die wir der unbekannten Urſache der Senſibilität für die organiſche zuſchreiben. Durch den Magnetismus iſt zuerſt alle Dualität in die Natur gekommen. Da nun die allgemeine Dualität in den Organismus nur als in ihre engſte Sphäre ſich zurückzieht, ſo iſt die letzte Urſache aller Dualität für den Organismus dieſelbe, wie für die allgemeine Natur.

Da der allgemeine Organismus im Weltſyſtem nun im Zuſtand ſeiner größten Expanſion erſcheint, ſo wird der Magnetismus das dem Univerſum Inwohnende ſeyn, was macht, daß, wie im einzelnen Organismus, jede Wirkung auf den Theil auf das Gan-

Ganze ſich fortpflanzt. Die Eindrücke, die das Univerſum in der allgemeinen Wechſelwirkung beſtändig erhält, verlieren ſich in Bewegungen, die nur an reagirenden Subſtanzen erkennbar ſind. — Aber, fragt Schelling, warum iſt die Magnetnadel ſenſibel für jede beträchtliche Naturveränderung, für das elektriſche Licht, das am entgegengeſetzten Pol leuchtet, oder einen vulkaniſchen Ausbruch der andern Hemisphäre? — Wo alſo ein Glied in der großen dynamiſchen Organiſation geſtört wird, reagirt das Ganze. Ein Lichtgewitter, das jetzt in der Sonne aufſteigt, kann binnen acht Minuten bey uns einſchlagen, ſage Lichtenberg; aber was ſey das ſogenannte Anzünden eines Feuers anders, als ein ſolches Einſchlagen des Lichtgewitters der Sonne?

Nach dem bisherigen ſey wohl nicht zweifelhaft, daß der Magnetismus für die allgemeine Natur dieſelbe Funktion habe, wie die Senſibilität für die organiſche Natur. Daß er Urſache der allgemeinen Heterogeneität, und ſo das Beſtimmende in aller durch Heterogeneität bedingten Thätigkeit ſey, ſey bewieſen, aber nicht gezeigt, wie er es ſey.

Begreiflich ſey, wie durch den Magnetismus ein urſprünglicher Gegenſatz in die Natur gekommen. Allein es frage ſich, wie aus dieſem einen urſprünglichen Gegenſatz alle einzelnen Gegenſätze in der Natur ſich entwickelt haben?

Es ſollte hier a priori abgeleitet werden, daß es ein und derſelbe Dualismus iſt, der von der magnetiſchen Polarität an durch die elektriſchen Erſcheinungen endlich ſelbſt in die chemiſchen Heterogeneitäten ſich verliert, und zuletzt in der organiſchen Natur wieder zum Vorſchein kommt. Die Frage iſt alſo:

alſo: wie jener eine Gegenſatz in ſo mannigfaltige Gegenſätze ſich ausgebreitet habe?

Wenn der Magnetismus in der Natur den erſten Gegenſatz gebracht hat, ſo war dadurch zugleich der Keim einer unendlichen Evolution, der Keim jenes unendlichen Zerfallens in immer neue Produkte, ins Univerſum gelegt. Dieſe Evolution, welche eben poſtulirt iſt, als vollendet angenommen, ſo iſt eben dadurch jener Gegenſatz als fortdauernd, die Faktoren, die ſich in ihm trennten, als ins Unendliche getrennt und immer wieder ſich trennend geſetzt. Woran ſoll aber das Fortwirken jener Heterogeneität nicht vorausſetzenden, ſondern hervorbringenden, Urſache in der Natur erkannt werden? Wir kennen keine Hervorbringung von Heterogeneität, als durch das, was Vertheilung genennt wird. Iſt alſo das Univerſum evolvirt, ſo wird jene Urſache der Heterogeneität durch von Produkt zu Produkt ſich fortpflanzende Vertheilung die allgemeine Heterogeneität unterhalten. Dieſe Vertheilung, die wechſelſeitig ausgeübt wird, wird nicht nur Bedingung der Gravitation in jedem Syſtem, ſondern auch — das allgemein Beſtimmende des dynamiſchen Prozeſſes ſeyn.

Durch jede Wirkung mittelſt der Vertheilung werden entgegengeſetzte Kräfte geweckt. Dieſe aber, da ſie ſich das Gleichgewicht halten, bringen einen Indifferenzzuſtand hervor, und in dieſem Zuſtand der Indifferenz befindet ſich eigentlich alle Materie der Erde, ehe ſie der Einwirkung des Magnetismus ausgeſetzt, oder in elektriſchen oder chemiſchen Conflikt gebracht wird. Jener Zuſtand der Indifferenz wird erſcheinen als ein Zuſtand der Homogeneität. Aber ein ſolcher homogener Zuſtand exiſtirt auch in der dynami-

namiſchen Sphäre in Anſehung ihrer Qualitäten. Dieſer homogene Zuſtand iſt aber nicht ein Zuſtand abſoluter Homogeneität, er iſt nur Zuſtand der Indifferenz. Nur dieſe beſtändige Einwirkung von außen durch Vertheilung, indem ſie dieſen homogenen Zuſtand der Qualität unterhält, macht auch eine Aufhebung des Indifferenzzuſtandes, d. h. den dynamiſchen und insbeſondere den chemiſchen Prozeß möglich. Denn jeder Körper, der dem chemiſchen Prozeß unterworfen iſt, muß in ſich ſelbſt entzweyet werden; ohne dieſe Entzweyung im Homogenen ſelbſt läßt ſich keine Auflöſung — läßt ſich jenes Wechſelſpiel von Expanſion und Contraktion, ohne welches kein chemiſcher Prozeß möglich iſt, gar nicht denken. Um den chemiſchen Prozeß conſtruiren zu können, muß jene oben vorausgeſetzte Homogeneität der Qualität ſelbſt noch in Duplicität aufgelöſet werden. Sie iſt nur magnetiſche Indifferenz. Darum muß der Magnetismus als allgemein und nur für die Erſcheinung anfgehoben geſetzt werden. Könnte alſo jene Einwirkung von außen aufhören, ſo würden die Subſtanzen der Erde im dynamiſchen Prozeß völlig unthätig ſeyn, wie das Eiſen unthätig iſt, ehe der Magnet darauf gewirkt hat — es wäre alſo auch keine Qualitätsdifferenz erkennbar —.

Die Einwirkung der Sonne durch Vertheilung bringt zwar in der dynamiſchen Sphäre der Erde Polarität hervor, aber das Produkt dieſer Polarität iſt ein allgemeiner Indifferenzzuſtand. Im Univerſum iſt zwar eine allgemeine Heterogeneität, aber jedes einzelne Produkt iſt unter ſich homogen. Soll ein dynamiſcher Prozeß ſeyn, ſo muß die Materie aus dem Indifferenzpunkt geſetzt werden. Dieß iſt nach

nach Schelling durch Mittheilung möglich. Wenn nämlich zwiſchen Sonne und Erde wirklich eine Mittheilung ſtatt findet, ſo wird die Sonne der Erde dadurch etwas Homogenes mittheilen, wie ein elektriſirter Körper dem nicht elektriſirten homogene Elektricität mittheilt. — Durch dieſe Mittheilung alſo kommt in das untergeordnete Produkt Heterogeneität, und mit ihr die Bedingung des elektriſchen und chemiſchen Prozeſſes.

Jeder dynamiſche Prozeß beginnt nur mit dem Conflikt des urſprünglich Heterogenen. Wo das Homogene ſein Heterogenes berührt, wird es aus den Indifferenzpunkt geſetzt. Homogeneität iſt durch die ganze Natur nur Ausdruck eines Indifferenzzuſtandes, weil Homogeneität nur aus Heterogeneität hervorgehen kann. Dadurch wird der dynamiſche Prozeß gegründet, der nicht eher ſtillſtehen kann, als mit der abſoluten Intusſuſception des Heterogenen, d. h. mit der abſoluten Aufhebung ſeiner Bedingung.

Es iſt alſo eine Urſache, die in die Natur den urſprünglichen Gegenſatz gebracht hat, dieſe Urſache kann man durch die Urſache des urſprünglichen Magnetismus bezeichnen.

Durch dieſe Urſache iſt eine im Univerſum ins Unendliche ſich erſtreckende Wirkung durch Vertheilung, durch dieſe ein Indifferenzzuſtand für jedes einzelne Produkt, durch dieſen Indifferenzzuſtand die Möglichkeit einer Differenz im Homogenen, dadurch die Möglichkeit eines dynamiſchen Prozeſſes, und insbeſondere des chemiſchen, als einer Auflöſung des Heterogenen im Heterogenen bedingt.

Die Wirklichkeit des dynamiſchen Prozeſſes für jedes einzelne Produkt iſt bedingt durch Mittheilung, welche

welche im Univerſum ins Unendliche ſtatt hat, und deren allgemeines Medium für den uns bekannten Theil des Univerſums das Licht iſt.

Die dynamiſche Organiſation des Univerſums iſt abgeleitet; nicht aber das Gerüſte derſelben. Jene Organiſation ſetzt eine Evolution des Univerſums aus einem urſprünglichen Produkt, ein Zerfallen dieſes Produkts in immer neue Produkte voraus. Der Grund dieſes unendlichen Zerfallens ſoll in die Natur durch eine urſprüngliche Dualität gelegt worden ſeyn, und dieſe Entzweyung muß angeſehen werden, als entſtanden in einem urſprünglichen Identiſchen, welches aber nicht denkbar iſt, wenn nicht jenes Identiſche als eine abſolute Involution, als ein dynamiſch unendliches geſetzt wird; denn alsdenn war in das Produkt mit einem Zwieſpalt eine unendliche Tendenz zur Evolution geworfen. — Dieſe unendliche Tendenz wird für die Anſchauung eine Tendenz zur Evolution mit unendlicher Geſchwindigkeit ſeyn. In dieſer Evolution würde alſo nichts unterſchieden werden, d. h. kein Moment der Zeit wäre auf beſtimmte Art erfüllt, wenn nicht in dieſer Reihe ein Retardirendes wäre, was jener Tendenz das Gleichgewicht hielte. Die Evolution der Natur mit endlicher Geſchwindigkeit ſetzt alſo als letzte Faktoren eine accelerirende und retardirende Kraft voraus, die beyde an ſich unendlich, und nur wechſelſeitig durch einander begrenzt ſind. Vermöge der wechſelſeitigen Einſchränkung dieſer Kräfte wird es in keinem gegebenen Moment zur abſoluten Evolution kommen.

Käme es zur abſoluten Evolution, ſo würde die Natur nichts, als ein abſolutes Außereinander darbieten. Da nun das abſolute Außereinander nur der abſo-

abſolute Raum iſt, ſo führt die accelerirende Kraft in ihrer Uneingeſchränktheit gedacht auf die Idee des unendlichen Raums.

Wäre dagegen die retardirende Kraft uneingeſchränkt, ſo würde für die Anſchauung nur ein abſolutes Ineinander, und ein Ineinander im Außereinander — vorerſt alſo ein in der Evolution nur Begriffenes — zwiſchen abſoluter Evolution und Involution Schwebendes ſeyn.

Da die Tendenz zur Evolution eine urſprünglich unendliche iſt, nach der Vorausſetzung, ſo muß ſie gedacht werden, als eine Kraft, die in unendlich kleiner Zeit einen unendlich großen Raum erfüllen würde. Läßt man nun den Raum ins Unendliche ſteigen, oder die Zeit ins Unendliche fallen, ſo hat man in beyden Fällen das Unendlichgroße.

Die retardirende Kraft alſo, als die entgegengeſetzte, muß gedacht werden, als diejenige, welche die expanſive eine endliche Zeit hindurch in einem endlichen Raum erhält.

Keine von beyden Kräften würde für ſich eine reale Raumerfüllung zu Stande bringen. Könnte die Expanſivkraft in unendlich kleiner Zeit einen unendlich großen Raum durchlaufen, ſo würde ſie in keinem Theile des Raums auch nur einen Moment weilen, den Raum alſo nirgends erfüllen. Je mehr das Gegengewicht der retardirenden Kraft ſteigt, deſto längere Zeit hindurch wird die expanſive Tendenz in jedem Punkt des Raums weilen, den Raum alſo im höhern Grade erfüllen. So ſind verſchiedene Dichtigkeitsgrade möglich.

Die Materie iſt alſo nicht ſowohl Raumerfüllung, als ein Raumerfüllen, und zwar ein Erfüllen mit beſtimmter Geſchwindigkeit. Denn da das Maaß der einen jener Kräfte der erfüllte Raum, das der andern die erfüllte Zeit iſt, ſo iſt ihr Verhältniß $= \frac{S}{T} = C$, und die verſchiedenen Dichtigkeitsgrade nur verſchiedene Geſchwindigkeiten der Raumerfüllung.

Das abſolut Elaſtiſche iſt, was mit unendlicher Geſchwindigkeit, das abſolut Dichte, was mit unendlicher Tardität den Raum erfüllt; keines von beyden exiſtirt in der Natur.

Durch die beyden abgeleiteten Kräfte iſt zwar die endliche Geſchwindigkeit der Evolution überhaupt abgeleitet, d. h. es iſt erklärt, wie die Natur für jeden einzelnen Moment der Zeit ein beſtimmtes Produkt iſt, nicht aber wie ſie es für jeden Moment des Raums iſt. Aber die Evolution ſoll nicht nur mit endlicher Geſchwindigkeit geſchehen, ſie muß ſchlechthin gehemmt — d. h. an beſtimmten Punkten gehemmt werden; denn ſonſt würde die Evolution zwar nur in unendlicher Zeit vollendet ſeyn, aber die Evolution wäre fortgehend, die Natur ein unendlich wandelbares, zwar für jeden Moment der Zeit, aber nicht für alle Zeit fixirtes und beſtimmtes Produkt.

Die Kraft alſo, worauf eine abſolute Grenze der Evolution, eine Beſtimmtheit des Produkts für jeden Moment des Raums in die Natur kommt, muß eine von der Kraft, welche nur die Geſchwindigkeit der Evolution und die Beſtimmtheit des Produkts für jeden Moment der Zeit beſtimmt, verſchiedene und unabhängige Kraft ſeyn.

Es iſt aber keine Kraft, durch welche eine urſprüngliche Grenze in den Raum geſetzt würde, als die allgemeine Schwerkraft. Es muß alſo zu jenen beyden Kräften dieſe als die dritte, wodurch erſt die Natur ein permanentes und für alle Zeit fixirtes Produkt wird, hinzugefügt werden.

Erſt von dieſem Standpunkte aus kann die Natur als Produkt angeſehen werden, ſo wie ihn Kant genommen habe. Was Schelling accelerirende Kraft genennt hat, entſpricht Kant's Repulſivkraft, und was jener retardirende Kraft nennt, des letztern Attraktivkraft, mit dem Unterſchiede, daß Kant unter der letztern auch Schwerkraft begreift, und ſo mit zwey Kräften die Conſtruktion der Materie vollendet glaube. — Vollendet

1. in ſo fern er auch alle Qualitätsdifferenz als reducibel auf ein veränderliches Verhältniß jener Kräfte anzuſehen ſcheint, was zwar die Mechanik, welche die Materie überhaupt nur als Raumerfüllung kenne, nicht aber die höhere Dynamik anerkenne — (nach jener müßte, wenigſtens durch dynamiſche z. B. chemiſche Veränderung des urſprünglichen Verhältniſſes jener Kräfte, jede Materie in jede andere verwandelbar ſeyn. Aber alle Qualität ſey beſtimmt durch etwas weit höheres als den bloßen Dichtigkeitsgrad).

2. in wie fern Kant das, was er Attraktivkraft nenne, und was in ſeiner Conſtruktion der Materie das Dichtigkeitsbeſtimmende ſey, als identiſch annehme mit der Schwerkraft, welche Identität aber ſchon eben darum unmöglich ſey, weil die Attraktivkraft jedes Körpers zu ſeiner Conſtruktion ſchon verbraucht werde.

Den

Den transcendentalen Beweis jener beyden Kräfte der Schwerkraft und der retardirenden, als von einander unabhängiger Kräfte giebt Schelling ſo:

Es muß für jedes Endliche eine Grenze der Weltanſchauung geben; dieſe urſprüngliche Beſchränktheit iſt für die intellektuelle Welt eben das, was für die phyſiſche Welt die Schwerkraft iſt, das, was das Individuum an ein beſtimmtes Syſtem von Dingen feſſelt, und ihm ſeine Stelle im Univerſum anweiſet. Nun iſt aber die Weltanſchauung beſtimmt noch innerhalb eines beſtimmten Syſtems in Anſehung jedes einzelnen Objekts. Dadurch kommt Beſchränktheit in die Beſchränktheit. Aber das einzelne Objekt, da ihm ſeine Stelle im Univerſum durch die Schwerkraft ſchon beſtimmt iſt, kann weiter beſtimmt werden nur in Anſehung des Grades, mit welchem es den Raum erfüllt. Aber der Grad ſeiner Raumerfüllung iſt nur beſtimmbar durch die Form der Zeit durch das umgekehrte Verhältniß der Zeit, in welcher der Raum erfüllt wird, zum erfüllten Raume. Die Exiſtenz des Objekts für die Zeit iſt alſo beſchränkt durch eine Kraft, die mit der Schwerkraft ſo wenig identiſch iſt, als die Zeit mit dem Raum. Aber umgekehrt auch durch dieſe Kraft (die retardirende) wird nur die Geſchwindigkeit der Raumerfüllung vermindert, nicht aber die Evolution ſelbſt gehemmt; das letztere muß durch eine von ihr verſchiedene Kraft geſchehen.

Nun iſt aber, da beyde Kräfte negativer Natur, d. h. beſchränkende Kräfte ſind, zum voraus zu erwarten, daß beyde in irgend einem Verhältniß zu einander ſtehen, eine die andere beſtimmen werde. Folgendes iſt von ſelbſt klar:

Je größer das Uebergewicht der retardirenden Kraft, deſto langſamer die Evolution. Je weiter alſo die Evolution fortſchreitet, deſto mehr muß allmählig die retardirende Kraft abnehmen. Nun muß aber jedes Naturprodukt, um ein Beſtimmtes zu ſeyn, an einem beſtimmten Punkte der Evolution gehemmt werden. Man ſetze, das Produkt werde gehemmt bey einem Punkt, wo die retardirende Kraft noch ein großes Uebergewicht hat, ſo muß an dieſem Punkte die expanſive Tendenz ſtärker wirken. Um ihr das Gleichgewicht zu halten, muß alſo die Schwerkraft auf diejenigen Theile der Natur am ſtärkſten wirken, wo die retardirende Kraft noch das größte Uebergewicht hat.

Der Körper von größerer Maſſe liegt dem dynamiſchen Centrum an ſich näher, als der von geringerer. Die Maſſe alſo iſt beſtimmt durch die Schwerkraft, nicht, wie man insgemein ſage, die Schwere ſey der Maſſe proportional. — Iſt denn, fragt Schelling, die Maſſe eine an ſich bekannte Größe? Bekannt etwa durch die Menge ihrer Theile? Aber dieſe Menge iſt unendlich. Es iſt alſo keine Beſtimmung der Maſſe durch die Menge ihrer Theile möglich, es giebt alſo keinen Beſtimmungsgrund der Maſſe außer der Wirkung der Schwerkraft. Das Produkt iſt ein Beſtimmtes für jeden Moment der Zeit, aber es wirkt nicht außer ſich, es erfüllt nur ſeine Sphäre, die Schwerkraft erſt giebt ihm die dem Grad ſeiner Raumerfüllung proportionale Tendenz nach außen, welcher Grad ſelbſt erſt dadurch ein fixirter und als ſolcher erkennbar wird.

Die Materie manifeſtirt ſich nur durch die Schwere, eine imponderable Materie mag ſeyn, aber

ſie manifeſtirt ſich nicht. Darum auch wird die Einheit einer Materie nur erkannt durch die Einheit ihrer Schwere, eine Menge von Materie organiſirt ſich zur Einheit dadurch, daß ſie ſich einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt giebt — Kant ſetze das Weſen der Starrheit darein, daß die Theile derſelben nicht an einander verſchoben werden können, ohne ſofort getrennt zu werden, das heiße mit andern Worten, daß der Theil keine vom Ganzen unabhängige Bewegung habe. Im Flüſſigen ſondere ſich der Theil vom Ganzen durch ſein bloßes Gewicht, der Grund dieſes Unterſchiedes liege darin, daß der flüſſige Körper keinen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt habe, und jedes Theilchen ſeinen Schwerpunkt für ſich bilde. (Daher die freywillige Annahme der Kugelgeſtalt in der Tropfenbildung.) Einheit des Schwerpunkts ſey alſo das, was die Materie zu Einer organiſire, das Bildende, Bindende, das Beſtimmende aller Geſtaltung.

Die beyden Kräfte, die expanſive und retardirende, ſind die Kräfte der Evolution ſelbſt, die Schwerkraft ſetzt die Evolution ſchon voraus, die Schwerkraft kann alſo Bedingungen haben, ſie kann z. B. erſt bey einem gewiſſen Grade der allgemeinen Evolution ſich einfinden; wenn ſie bedingt iſt, ſo wird ſie durch das urſprünglichſte Wechſelverhältniß im Univerſum, d. h. jene allgemeine, wechſelſeitig ausgeübte Wirkung durch (magnetiſche) Vertheilung bedingt ſeyn, und obgleich ſie urſprünglich eine iſt, weil ſie in dem Verhältniß als das Univerſum ſich evolvirt, in mannigfaltige Schwerkräfte, als einzelne Strahlen, ſich ſpalten. So macht dieſe Kraft gleichſam das verbindende Mittelglied der Kräfte, welche die

Natur als Gerüſte, und derjenigen, welche ſie als dynamiſche Organiſation unterhalten.

Erſt nachdem durch die höhern dynamiſchen Kräfte der Schauplatz gleichſam geſichert iſt, können die bloß mechaniſchen Beſitz ergreifen, die Betrachtung dieſer Kräfte und ihrer Geſetze fällt nicht mehr in die Grenzen der Naturphiloſophie, die nichts anders als höhere Dynamik iſt, und deren Geiſt ſich in dem Princip ausdruckt, das dynamiſche als das einzig Poſitive und Urſprüngliche, das Mechaniſche nur als das Negative und Abgeleitete des Dynamiſchen anzuſehen.

Aus dieſer Schelling'ſchen Darſtellung wird jeder philoſophiſche Naturforſcher einſehen, daß damit nichts gewonnen iſt. Denn es iſt hier noch nicht dargethan, wie aus der abſoluten unbedingten Natur die Gegenſätze — Natur und Geiſt — zur Erſcheinung ausgehen, indem die Schelling'ſchen Duplicitäten mit der ſie beherrſchenden Identität nur noch weiter und am weiteſten getrieben werden, wenn eine ewige abſolute Identität (als der Grund der Wirklichkeit der endlichen Dinge) aufgeſtellt wird.

Herr Wagner hat in ſeinem Syſtem der Idealphiloſophie des Herrn Schelling's Anſicht zu widerlegen geſucht, und eine neue Theorie aufgeſtellt. Sie enthält aber in der That nichts weiter, als eine genauere Darſtellung der Schelling'ſchen Philoſophie. Herr Wagner nimmt eine abſolute und reine Lebendigkeit, welche in der Welt iſt, und auf der einen Seite gegen die Concentration im Bewußtſeyn und der Erkenntniß, auf der andern Seite gegen die Expanſion und Darſtellung der unbewußten Totalität tendirt, an. Allein hiemit iſt eben

eben ſo wenig gewonnen, als mit der Schelling'ſchen Annahme, da die Lebendigkeit und Welt ſchon als gegeben dargeſtellt werden.

Kant's Anſichten bleiben alſo vor jetzt noch die richtigſten, welche bisher die Metaphyſik aufgeſtellt hat. Die Materie iſt in der Erſcheinung gegeben, und als ſolche muß ſie conſtruirt werden; es wird uns ſchwerlich glücken, Materie, um Schelling's Ausdruck zu gebrauchen, zu ſchaffen. Kant hat wenigſtens durch ſeine Unterſuchungen bewieſen, daß wir gar nicht nöthig haben, um die verſchiedenen Dichtigkeitsgrade der Materie zu beſtimmen, mit dem Atomiſtiker eine eingeſtreuete Leere anzunehmen, welches ſchon ein offenbarer Gewinn für die Wiſſenſchaft ſelbſt iſt. Ferner hat er den Grund aller Erſcheinungen auf anziehende und zurückſtoßende Kräfte zurückgeführt, Bedingungen, welche uns auch die Natur in Erfahrungen beweiſet. Die dynamiſche Phyſik hat alſo vor der atomiſtiſchen das voraus, daß ſie von etwas Beſtimmten ausgeht, die atomiſtiſche Phyſik aber nur Poſtulate feſtſetzt, welche zuletzt auf Ungereimtheiten führen, wie bereits oben angeführt iſt.

Herr Schelling hat zwar behauptet, daß Kant's anziehende Kraft der Materie, welche in alle Entfernungen auf alle andere Materie unmittelbar wirkt, und der Maſſe proportional iſt, mit der allgemeinen Schwerkraft nicht einerley ſeyn könne. Allein Schelling's Gründe für ſeine Behauptung ſcheinen, meiner Einſicht nach, nicht genügend. Denn ſelbſt nach Schelling's Meynung iſt Materie nur durch anziehende und zurückſtoßende Kraft möglich. Nun behauptet aber Schelling, daß man glauben ſollte, der Grad der anziehenden Kraft werde ver-

wandt, um die zurückſtoßende Kraft auf den beſtimmten Theil des Raums einzuſchränken; ſie werde daher an dieſer zurückſtoßenden Kraft ſich erſchöpfen, und nicht auf andere Materie außer ihrer Sphäre noch anziehende Wirkung ausüben. Wenn aber die Möglichkeit der Materie nothwendig anziehende und zurückſtoßende Kräfte verlangt, ſo muß ſie ſich eben durch dieſe offenbaren und in der Erſcheinung erkennbar ſeyn; ohne Wirkung dieſer Kräfte würde die Materie nichts ſeyn; es iſt alſo weder die anziehende noch die zurückſtoßende Kraft erſchöpft, beyde beſchränken ſich nur, und machen eben daher Materie im beſtimmten Raume möglich, ihre Wirkung bleibt aber beſtändig. Es hat hiemit eine ähnliche Bewandniß die Anwendung der Kräfte der thieriſchen Körper. Wenn z. B. ein Pferd einen Gegenſtand, der die Kraf deſſelben überwiegt, fortziehen ſoll, ſo wird zwar das Pferd ſeine Kraft anwenden, aber ſie wird doch nicht erſchöpft, ſondern ſie wirkt in gleicher Stärke immerfort auf dieſen Gegenſtand, und iſt für jetzt nur beſchränkt. Eben ſo wird die anziehende Kraft durch Wirkung auf andere Materie in allen Entfernungen in Schranken gebracht, und muß daher mit der Maſſe im Verhältniſſe ſtehen. Wir haben daher gar nicht nöthig, eine neue Kraft unter dem Nahmen der Schwerkraft anzunehmen. Und ſollte überhaupt die anziehende Kraft durch die Repulſivkraft erſchöpft ſeyn, ſo würde daraus offenbar todte Materie entſtehen, und Herr Schelling käme auf ſolche Weiſe auf die atomiſtiſche Phyſik zurück, gegen die er doch ſo viel einwendet.

Es ſind alſo Kant's Unterſuchungen bey weitem noch nicht widerlegt, und ſeine metaphyſichen

An-

Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft verdienen allerdings von den Phyſikern beherzigt zu werden.

Fall, Schwere und Gravitation der Körper.

Die im erſten Theile S. 227. u. f. angeführten Fallverſuche wurden beſonders in dieſer Abſicht angeſtellt, um die von Galiläi angegebenen Geſetze durch Erfahrungen zu beſtätigen. Man konnte aber leicht auf den Gedanken verfallen, daß dergleichen Verſuche ſelbſt zum Beweiſe der Achſenumdrehung der Erde dienen könnten. Wirklich ſchlug auch ſchon Newton in dem Jahre 1679 vor, daß man Verſuche dieſer Art in ſehr beträchtlichen Höhen anſtellen möchte, um nachzuſehen, ob nicht ein Körper, der in der Höhe vermöge der Achſenumdrehung der Erde eine größere Geſchwindigkeit erhalte, als der ſenkrecht darunter liegende Punkt des Bodens beym Fall von der Vertikallinie nach Oſten zu etwas abweichen würde, und Hooke [p]) glaubte dieſes wirklich durch einige, doch zu grobe, Verſuche gefunden zu haben. Im Jahre 1789 hatte ein junger Bologneſer Gelehrter, Guilielmini, berechnet, die Abweichung eines Körpers, der von der St. Peters: oder Paulskirche von 240 Fuß herabfiele, müße über $\frac{1}{2}$ Zoll von der Vertikallinie betragen. Um das Reſultat ſeiner Rechnung mit der Erfahrung zu vergleichen, ließ er im Jahre 1790 und 1791 in dem Aſinellithurm zu Bologna Körper von einer ſehr beträchtlichen Höhe herabfallen, und beſtimmte ihre Abweichung während des Falls vermittelſt eines angebrachten Bleyloths. Die Reſultate dieſer ſehr ſchwierigen, doch vollkommen gelungenenen Verſuche führt er in einer ſehr

p) *Birch* of the Roy. ſociety of London. p. 512. 516.

ſehr ſeltenen Schrift an, und widerlegte zugleich die Einwürfe, die ihm Bonati und Andere gemacht hatten. Aehnliche Verſuche hatte Flauguerges 1795 zu Viviers unternommen, es fehlten ihm aber die nöthigen Mittel, um ſie gehörig auszuführen.

Gegen Guilielmini's Verſuche wandte aber la Place ein, daß ſie nicht mit der Theorie zuſammenſtimmten, und im Jahre 1797 geſtand auch dieſes Guilielmini in einem Briefe an la Lande ſelbſt ein [q]). So ſagt la Lande, Guilielmini geſtehe nun ein, daß la Place Recht habe, und daß die Theorie keine Abweichung gegen Süden gebe. Diejenige, welche er nach Oſten gefunden habe, ſtimme ſehr gut mit der Theorie; allein ſie ſey nun kein Beweis mehr von der Bewegung der Erde, weil die andere Abweichung nach Süden gar nicht ſtimme.

Da es aber doch leicht möglich war, daß bey Guilielmini's Verſuchen ſich einige Fehler eingeſchlichen hatten, ſo unternahm es Herr D. Benzenberg zu Hamburg, dieſen äußerſt wichtigen Gegenſtand einer neuen und ſorgfältigern Prüfung zu unterwerfen. Da die Abweichung nach Oſten von Guilielmini's Verſuchen ſo gut mit der Theorie zuſammenſtimmten, und bloß die Abweichung nach Süden fehlerhaft war, ſo glaubte Benzenberg, daß die einzige Urſache der fehlerhaften Reſultate Guilielmini's darin liege, daß er erſt ſeine Perpendikularlinie 6 Monate nach den Verſuchen verificirt habe, während welcher Zeit ſich der Thurm um einige Linien gezogen zu haben ſchiene. Herr Benzenberg bedien-

q) Allgemeine geographiſche Ephemeriden von Herrn von Zach. B. III.

diente ſich zu ſeinen Verſuchen theils Bleykugeln, theils Kugeln aus einer Miſchung von Zinn, Zink und Bley, und zum Zeitmaaße eine von Klindworth in Göttingen verfertigte ſehr genaue Tertienuhr. Ueber die Achſenumdrehung der Erde hatte er im Jahre 1802 eine Reihe von 31 Verſuchen im Michaelisthurm bey einer Fallhöhe von 235 Pariſ. Fuß angeſtellt. Das Mittel dieſer Verſuche ſtimmte in der Abweichung nach Oſten mit der Theorie überein, ſo wie ſie D. Gauß in Braunſchweig entwickelt hat.

Die Verſuche gaben im Mittel 3,99 Pariſ. Linien Abweichung nach Oſten.

Die Berechnung nach D. Gauß 3,95 " " mithin nur eine Verſchiedenheit von $\frac{5}{100}$ Linien. Dagegen gaben die Verſuche die Abweichung nach Süden um beynahe $1\frac{1}{2}$ Linien größer, als die Theorie. Vielleicht, meint Benzenberg, daß in der ſo ſehr verwickelten Theorie noch irgend ein Umſtand überſehen ſey, der eine größere Abweichung nach Süden bewirke; dieß mache ihm das genaue Zuſammenſtoßen zwiſchen Theorie und Verſuchen bey der Abweichung nach Oſten wahrſcheinlich.

Die Fallverſuche des Herrn Benzenberg wurden vorzüglich dadurch wichtig, daß ſie zeigten, welche kleine Zeittheile ſich mit der Tertienuhr beſtimmen ließen, wenn man eine große Menge von Verſuchen anſtellte. Mehr als einmal wichen die Reſultate aus verſchiedenen Verſuchsreihen nicht um den 600ſten Theil einer Sekunde von einander ab. So z. B. gaben zwey Reihen, jede von 60 Beobachtungen, im Mittel, beym ſtadio von 10 Fuß, die eine 48,89, die andere 48,83 Tertien Fallzeit. Bey 24,8 Par. Fuß Fallhöhe gaben die Verſuche 77,08

Tertien, die Rechnung 77,01 Tertien Fallzeit, und bey 144 Par. Fuß die Verſuche 186,95 Tertien, die Rechnung 186,86 Tertien Fallzeit.

Seitdem Newton's Syſtem über die Bewegung der himmliſchen Körper allgemein angenommen wurde, verminderten ſich auch die Hypotheſen über die Urſache der Gravitation und der Schwere der Körper gegen unſere Erde. Indeſſen vermutheten die meiſten Naturforſcher, daß das Phänomen der Attraktion noch allzuzuſammengeſetzt ſey, als daß man es in die Claſſe der ganz einfachen Phänomene ſetzen, und alle Bemühungen, es zu erklären, aufgeben ſollte. Unter Andern verſuchte es Adolph Albrecht Hamberger [r]), die Urſachen der Bewegung der Planeten, der Schwere und des Zuſammenhangs der Körper darzuſtellen. Allein ſeine Erklärungen haben wenig Beyfall gefunden, und ich übergehe ſie daher gänzlich. In den neuern Zeiten iſt aber das von le Sage in Genf aufgeführte mechaniſche Syſtem von mehreren großen Experimentalphyſikern mit ungemeinen Lobeserhebungen angeprieſen worden, von welchem bereits oben das erheblichſte angeführt iſt. In Anſehung der Schwere führt le Sage an: Galiläi's Geſetze fallender Körper folgten eben nicht nothwendig aus der Erfahrung, und die Verſuche würden eben ſo ausfallen, wenn die Fallräume in andern Verhältniſſen, z. B., wie Trigonalzahlen, zunähmen; man dürfe alſo nicht ſchließen, daß die Schwere ſtetig und ununterbrochen wirke; es laſſe ſich alles auch aus unterbrochenen Wirkungen, oder aus Stößen einer ſchwermachenden Materie erklären. Das

r) Die Urſachen der Bewegung der Planeten, der Schwere und des Zuſammenhangs der Körper. Jena 1772. 8.

Dagegen hat aber Käſtner [s]) ganz richtig bemerkt, daß, von einer Kraft oder Materie reden, die ſich durch nichts unſern Sinnen entdecke, dieſe nach Geſetzen wirken laſſen, von denen man auch keine Erfahrung habe, ſondern die man nur ſo annehme, wie man ſie nöthig habe, heiße nicht erklären, ſondern nur erdichten.

Ueberhaupt hat es die atomiſtiſche Phyſik noch nicht vermocht, einen Grund von der Gravitation und der Schwere anzugeben. Denn wollte man auch eine ſchwermachende Materie annehmen, ſo könnte man doch nach der Urſache der ſchwermachenden Materie fragen; dieſe ſetzt aber wieder eine Materie voraus, und ſo ins Unendliche.

Viele Naturforſcher hatten auch ſchon lange eingeſehen, daß man mit ſolchen Erklärungen der Gravitation und Schwere nicht ausreiche; daher hatten bereits Newton's Schüler behauptet, daß der Materie überhaupt weſentlich eine anziehende Kraft zukomme, durch welche dieſe Phäuomene bewirkt werden. Allein eine ſolche Annahme konnte ſich mit der Behauptung der Atomen nicht vertragen, als welche nur Leben und Thätigkeit von außen her erlangen können. Man glaubte daher, daß dieß eine zu kühne Behauptung wäre, und ſo wurde auf keiner Seite etwas gewonnen. Selbſt Boccovich's Annahme, daß die Materie aus phyſikaliſchen Punkten beſtehe, welche mit anziehenden und zurückſtoßenden Kräften in beſtimmten Wirkungskreiſen verſehen ſeyn, ſich aber

s) Prüfung eines von Herrn le Sage angegebenen Geſetzes für fallende Körper im deutſchen Muſeum. Jun. 1776. und in der deutſch. Ueberſetzung des de Lüc über die Atmoſphäre B. II. S. 660.

aber nicht durchdringen können, kann nicht genügen. Denn es iſt hier gar nicht einzuſehen, woher die phyſikaliſchen Punkte ihre Kräfte erhalten, und ſelbſt die Wirkungskreiſe dieſer Kräfte können mit ſich nicht beſtehen.

Kant hat zuerſt gründlich erwieſen, daß die Möglichkeit der Materie anziehende und zurückſtoßende Kräfte verlangt, und daß ohne ſolche Kräfte gar keine Materie denkbar iſt, wie bereits oben angezeigt iſt. Eben dieſe urſprüngliche Anziehung einer jeden Materie, welche ſich durch die Wirkung auf eine jede andere Materie auch durch den leeren Raum offenbart, iſt die Urſache der Gravitation, welche, weil ſie eine Grundkraft iſt, nicht weiter begriffen werden kann. Es ſcheint allerdings widerſprechend zu ſeyn, daß eine Materie da, wo ſie nicht iſt, unmittelbar wirken könne. Daher ſagt auch Herr de Lüc t): "wer kann begreifen, daß ein Körper da wirken ſoll, „wo er nicht iſt? Zwey Theile der Materie ſind entfernt von einander, und ohne materielle Verbindung, „und doch ſoll ſich eins um des andern willen bewegen! Und ohne daß beyden etwas wiederfährt, ſoll „ſich das eine viermal geſchwinder bewegen, wenn es „dem andern doppelt ſo nahe gekommen iſt! Welche Zauberkraft mag ihnen dieſe Beſtimmung geben? Um der geringen Entfernung willen (welche „Nichts iſt, wenn man kein Zwiſchenmittel annimmt) „ſoll die Beſtrebung genau nach einem Verhältniß „zunehmen? Dieß iſt mehr als unverſtändlich! — „Theile des Mondes und der Erde ſollen ohne Mittel, bloß durch den Zauber des Worts Schwere, „weſentliche Eigenſchaft der Materie, in einander „wir-

t) Briefe über die Geſchichte der Erde u. ſ. Th. I. Num. XI.

„wirken. Selbſt wenn die Materie Verſtand hätte, „und durch Bewegungsgründe beſtimmt würde, müßte man doch noch Boten annehmen, durch die ſie „von der Gegenwart anderer Körper, von ihrer Maſſe, Lage und Entfernung benachrichtigt würde, „ehe ſie ſich nach ihnen hinbewegen könnte." — Allein dieß ſcheinbar Widerſprechende beruht auf einem bloßen Mißverſtande; man verwechſelt nämlich die mathematiſche Berührung der Räume und die phyſiſche durch zurückſtoßende Kräfte. Denn unmittelbare Anziehung außer der Berührung heißt nichts weiter, als daß ſich Materien nach gewiſſen Geſetzen beſtändig einander nähern, ohne daß irgend eine zurückſtoßende Kraft als Bedingung dazu nöthig wäre. Obgleich der große Stifter der Attraktionstheorie, Newton, keine weſentliche oder urſprüngliche Attraktion der Materie annahm, ſo konnte er doch ſchlechterdings nicht ſagen, daß ſich die Anziehungskräfte zweyer Planeten, welche ſie in gleichen Entfernungen ihrer Monde beweiſen, wie die Maſſen jener Weltkörper verhalten, wenn er nicht annahm, daß ſie bloß als Materie, folglich nach einer allgemeinen Eigenſchaft derſelben, andere Materien anzögen.

Herr Gren, welcher zuletzt das dynamiſche Syſtem vertheidigte, glaubte, daß die in die Entfernung wirkende Kraft der Schwere keine nothwendige, mit dem Begriff der Materie unzertrennlich verknüpfte Eigenſchaft der Materie ſey; ja die Erſcheinungen einiger Materien berechtigten uns, ſie für völlig ſchwerlos zu halten. Gren verwechſelt aber die Anziehung in der Berührung der Materien, welche nur ſcheinbar ſeyn kann, mit der Anziehung in der Entfernung; er läßt bloß die urſprüngliche Anziehung der

Materie nebſt der Zurückſtoßung in der Berührung wirken, und ſchließt das Anziehen in der Entfernung als eine weſentliche Eigenſchaft aus. Dieß iſt aber irrig; denn es kann aus dem bloßen feſtgeſetzten empiriſchen Begriffe der Materie keinesweges a priori dargethan werden, daß der verſchiedene Zuſammenhang der Theile der Körper, oder die Cohäſion, von der weſentlichen Anziehung der Materie allein herrühre, oder daß die Cohäſionskraft eine Grundkraft ſey.

Daß aber das Geſetz der Gravitation ein allgemeines in der Natur wirklich vorhandenes Geſetz ſey, iſt durch alle aſtronomiſche Beobachtungen beſtätigt worden. La Place [u]) bemerkt, daß ohne dieſes Grundgeſetz die elliptiſche Geſtalt der Planetenbahnen, die Geſetze, welchen die Planeten und Kometen bey ihren Bewegungen um die Sonne folgen, ihre ſecularen und periodiſchen Ungleichheiten, die zahlreichen Ungleichheiten des Mondes und der Jupiterstrabanten, das Vorrücken der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe, die Bewegungen der Mondaxe, endlich die Ebbe und Fluth des Meers lauter einzelne Reſultate der Beobachtung, außer aller Verbindung, wären. Im Gegentheil ſey die Art, wie alle dieſe dem erſten Anſcheine nach ſo wenig zuſammenhangende Erſcheinungen aus einerley Geſetz herfließen, welches ſie an die Bewegung der Erde knüpfe, ſo daß, wenn man dieſe Bewegung einmal angenommen habe, man durch eine Reihe geometriſcher Schlüſſe auf dieſe Erſcheinungen geführt werde, in der That etwas bewundernswürdiges. Jede von ihnen gebe alſo

u) Darſtellung des Weltſyſtems, aus dem Franz. überſetzt von Hauff. Th. II. Frankf. am Mayn 1797. 8. Vierzehnt. Kapit.

ſo einen Beweis ſeines Daſeyns ab, und wenn man erwäge, daß es jetzt keine einzige unter ihnen gebe, die nicht auf das Geſetz der Schwere zurückgebracht wäre, daß, da dieſes Geſetz die Lage und die Bewegungen der Himmelskörper für jeden Augenblick, und während ihres ganzen Laufs mit der größten Genauigkeit beſtimmt, man nicht zu beſorgen habe, daß es durch irgend eine bis jetzt nicht beobachtete Erſcheinung werde umgeſtoßen werden; daß endlich auch der Planet Uranus und ſeine Trabanten (ſo wie auch die neuerlich entdeckten Planeten Ceres und Pallas) ihm folgen, und es beſtätigen; ſo ſey es unmöglich, ſich der vereinigten Kraft aller dieſer Beweiſe zu entziehen, und nicht einzugeſtehen, daß in der Naturphiloſophie nichts beſſer erwieſen ſey, als der Grundſatz der allgemeinen Schwere im geraden Verhältniſſe der Maſſen, und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen.

Iſt aber, frägt la Place, dieſer Grundſatz ein urſprüngliches Naturgeſetz? Iſt es nicht bloß eine allgemeine Wirkung einer unbekannten Urſache? Hier nöthige uns die Unwiſſenheit, worin wir uns in Anſehung der innern Eigenſchaften der Materie befänden, ſtille zu ſtehn, und benehme uns alle Hoffnung, dieſe Fragen auf eine befriedigende Art zu beantworten. Anſtatt aller Hypotheſen, welche ſich hievon gedenken laſſen, giebt la Place noch mehrere gemachte Beobachtungen an, welche dieß Geſetz aufs vollkommenſte beſtätigen.

Die Proportionalität der Anziehungskraft mit den Maſſen iſt auf der Erde durch die Verſuche mit dem Pendel erwieſen, deſſen Schwingungen genau von gleicher Dauer ſind, wie auch die Körper, die

man ſchwingen läßt, beſchaffen ſeyn mögen; in den Räumen des Himmels wird ſie durch das beſtändige Verhältniß der Quadrate der Umlaufszeiten der Körper, die um einen gemeinſchaftlichen Brennpunkt gehen, zu den Würfeln der großen Axen ihrer Bahnen dargethan.

Ueberhaupt iſt es das Geſetz aller Ausflüſſe, die von einem Mittelpunkte ausgehen, dergleichen auch das Licht iſt; es ſcheint ſogar, daß alle Kräfte, deren Wirkung ſich auf merkliche Entfernungen äußert, dieſem Geſetze folgen. Seit kurzem habe man auch bemerkt, daß die elektriſchen und magnetiſchen Anziehungen und Abſtoßungen im Verhältniß des Quadrats der Entfernungen abnehmen. Es ſey eine merkwürdige Eigenſchaft dieſes Naturgeſetzes, daß, wenn die Dimenſionen aller Körper dieſes Weltalls, ihre gegenſeitigen Entfernungen und ihre Geſchwindigkeiten ſich verhältnißmäßig vermehrten und verminderten, ſie den Curven, welche ſie wirklich durchlaufen, völlig ähnliche beſchreiben, und ihre Erſcheinungen durchgängig die natürlichen ſeyn würden; denn da die Kräfte, von welchen ſie getrieben werden, das Reſultat der den Quotienten der Maſſen durch die Quadrate der Entfernungen proportionirten Attraktionen ſind, ſo würden ſie nach dem Verhältniſſe der Dimenſionen des neuen Weltgebäudes zu= oder abnehmen. Man ſieht zugleich, daß dieſe Eigenſchaft nur dem Naturgeſetze zukommen kann. Die Erſcheinungen der Bewegungen des Weltgebäudes ſind alſo von ſeinen abſoluten Dimenſionen eben ſo unabhängig, wie von der abſoluten Bewegung, welche es im Weltraume haben kann, und wir können nichts, als Verhältniſſe beobachten und erkennen. Dieſes Geſetz giebt den

Kugeln die Eigenſchaft, ſich wechſelſeitig anzuziehen, als ob ihre Maſſen in ihren Mittelpunkten vereinigt wären. Es begrenzt auch noch die Bahnen und die Geſtalten der Himmelskörper durch Linien und Flächen der zweyten Ordnung, wenigſtens wenn man ihre Störungen außer Acht läßt und ſie für flüſſig annimmt.

Ferner bemerkt la Place, daß wir kein Mittel beſitzen, um die Zeit der Fortpflanzung der Schwere zu meſſen, weil die Sonne, wenn die Attraktion einmal die Planeten erreicht hat, ſo auf ſie zu wirken fortfährt, als ob ihre Anziehungskraft den äußerſten Enden des Planetenſyſtems ſich augenblicklich mittheilte; man kann daher eben ſo wenig wiſſen, in wie viel Zeit ſie zur Erde gelange, als es ohne die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten und ohne die Aberration möglich geweſen wäre, die allmählige Fortpflanzung des Lichts zu erkennen. Mit dem kleinen Unterſchiede, welcher bey der Wirkung der Schwere auf die Körper nach der Richtung und der Größe ihrer Geſchwindigkeit ſtatt finden kann, verhält es ſich nicht ſo. Die Rechnung hat Herrn la Place gezeigt, daß daraus eine Beſchleunigung der mittleren Bewegungen der Planeten um die Sonne, und der Trabanten um ihre Planeten entſteht. Er hatte dieſes Mittel, die ſeculare Gleichung des Mondes zu erklären, ausgedacht, da er mit allen Geometern glaubte, daß ſie bey den über die Wirkung der Schwere angenommenen Hypotheſen unerklärbar wäre. Er fand, daß, wenn ſie von dieſer Urſache herrührte, man dem Monde, um ihn ſeiner Schwere gegen die Erde gänzlich zu entziehen, eine Geſchwindigkeit gegen den Mittelpunkt dieſes Planeten geben müßte,

die zum wenigſten ſechs Millionen mal größer wären, als die des Lichts. Da nun die wahre Urſache der ſecularen Gleichung des Mondes jetzt wohl bekannt iſt, ſo ſind wir verſichert, daß die Wirkſamkeit der Schwere noch viel größer iſt. Dieſe Kraft wirkt alſo mit einer Geſchwindigkeit, die wir als unendlich betrachten können, und wir müſſen daraus ſchließen, daß die Attraktion der Sonne ſich den äußerſten Enden des Sonnenſyſtems in einem beynahe untheilbaren Augenblicke mittheile.

Ob unter den Himmelskörpern noch andere Kräfte, außer ihrer wechſelſeitigen Anziehung, vorhanden ſeyen, wiſſen wir nicht; aber das könnten wir wenigſtens behaupten, daß ihre Wirkung unmerklich ſey. Eben ſo könnten wir behaupten, daß alle dieſe Körper von den Flüſſigkeiten, die ſie bey ihrer Bewegung durchſchneiden, einen bis jetzt unmerklichen Widerſtand leiden, wie das Licht, die Kometenſchweife und das Thierkreislicht.

Die Anziehungskraft verſchwindet unter Körpern von unbeträchtlicher Größe; ſie erſcheint aber bey ihren Elementen wieder unter einer unendlichen Menge verſchiedener Formen. Die Dichtigkeit der Körper, ihre Kryſtalliſation, die Brechung des Lichts, das Steigen und Fallen der Flüſſigkeiten in Haarröhren, und überhaupt alle chemiſchen Verbindungen ſind Folgen der Anziehungskräfte. Aber ſind etwa dieſe Kräfte die in den Räumen des Himmels beobachtete Gravitation ſelbſt, auf der Erde durch die Geſtalt der integrirenden Theilchen modificirt? Um dieſe Hypotheſe anzunehmen, müßte man bey den Körpern viel mehr leeren, als erfüllten Raum vorausſetzen, ſo daß die Dichtigkeit ihrer Theilchen unvergleichbar größer

ßer wäre, als die mittlere Dichtigkeit ihrer ganzen Maſſen. Ein ſphäriſches Element von 0,00001 Fuß Durchmeſſer müßte eine zum wenigſten zehntauſend Milliardenmal größere Dichtigkeit haben, als die mittlere Dichtigkeit der Erde iſt, um auf ſeiner Oberfläche eine der Schwere auf der Erde gleiche Attraktion zu äußern. Nun übertreffen die Anziehungskräfte der Körper dieſe Schwere beträchtlich, weil ſie das Licht ſichtbar beugen, deſſen Richtung durch die Attraktion der Erde nicht merklich verändert wird; die Dichtigkeit dieſer Theilchen ſtünde alſo zu der der ganzen Körper in einem Verhältniſſe, vor deſſen Größe die Einbildungskraft ſich entſetzt, wenn ihre Verwandtſchaften von dem Geſetze der allgemeinen Schwere abhingen. Das Verhältniß der Zwiſchenräume dieſer Elemente zu ihren reſpektiven Dimenſionen wäre von der nämlichen Ordnung, wie bey den Sternen, welche einen Nebelfleck bilden, den man aus dieſem Geſichtspunkte als einen großen leuchtenden Körper betrachten könnte. Uebrigens hindere uns nichts, dieſe Vorſtellungsart von allen andern Körpern anzunehmen. Mehrere Erſcheinungen, und unter andern die äußerſte Leichtigkeit, womit das Licht die durchſichtigen Körper nach allen Richtungen durchdringt, ſind ihr günſtig. Die Verwandtſchaft würde alsdenn von der Geſtalt der integrirenden Theilchen abhangen, und man könnte aus der Mannigfaltigkeit dieſer Geſtalten alle Verſchiedenheiten der Anziehungskräfte erklären, und auf ſolche Art alle Erſcheinungen der Phyſik und Aſtronomie auf ein allgemeines Geſetz zurückführen. Aber die Unmöglichkeit, die Geſtalten der Elementartheilchen zu erkennen, machte dieſe Unterſuchungen zur Aufnahme der Wiſſenſchaften unnütz. Einige Geometer hätten, um von

 den

den Verwandtſchaften Rechenſchaft zu geben, zu dem Geſetze der Attraktion im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernungen neue, nur in ſehr kleinen Entfernungen merkliche Glieder hinzugeſezt. Aber dieſe Glieder würden eben ſo viele verſchiedene Kräfte ausdrücken; und da ſie ſich außerdem mit der Geſtalt der Elemente verwickelten, würden ſie nur die Erklärung der Erſcheinungen verwickelter machen. Bey dieſen Ungewißheiten iſt das klügſte, was man thun kann, ſich an die Beſtimmung der Geſetze der Verwandtſchaften durch zahlreiche Verſuche zu halten. Das einfachſte Mittel, dazu zu gelangen, ſcheint die Vergleichung dieſer Kräfte mit der zurückſtoßenden Kraft der Wärme zu ſeyn, die man ſelbſt wiederum mit der Schwere vergleichen kann. Einige mit dieſem Mittel bereits gemachten Verſuche ließen hoffen, daß dieſe Geſetze einſt vollkommen werden bekannt werden; alsdann könnte man durch Anwendung der Rechnung auf ſie die Phyſik der Erdkörper zu eben dem Grade der Vollkommenheit erheben, den die Entdeckung der allgemeinen Schwere der Phyſik des Himmels verſchafft hat.

In den neueſten Zeiten hat man ſogar durch Verſuche zu beweiſen geglaubt, daß die Erdkörper gegen einander eine bemerkbare Anziehung zeigten. Cavendiſh x) ließ ein großes gläſernes Gefäß, worin ſich eine Drehwage befand, welche nach Art der Coulomb'ſchen zum Maaß der Elektricität gebrauchten eingerichtet war, verfertigen. Der Arm der Wage hatte eine Länge von 8 Fuß, und an ſeinem andern Ende eine kleine metallene Kugel von Eiſen oder Kupfer. Dieſem Kügelchen nähert man zwey bleyerne Bal-

x) Voigt's Neues Magazin. Th. I. St. 4. S. 31.

Ballons von 1 Fuß im Durchmeſſer, und ſtellt ſie ſo, daß ſie beyde nach einerley Richtung wirken. Unter dieſen Umſtänden ſind die Bewegungen der Wage ſehr ſtark. Dieſe Bewegungen, meint er, könnten weder die Wirkung der Wärme, noch der Elektricität, oder gewiſſer Ströme u. d. g. ſeyn, ſondern ſie müßten bloß von einer wechſelſeitigen Anziehung herrühren. Die Reſultate dieſes Verſuchs ſind ſeiner Meynung nach ſo genau, daß man daraus eine ſtrenge Anwendung des Calculs auf die Dichtigkeit der Erde machen könne, und man habe gefunden, daß dieſe Dichtigkeit die des Waſſers um $5\frac{1}{6}$ übertreffe, alſo viel größer ſey, als die gewöhnlich angenommene von $4\frac{1}{2}$.

Noch mehr glaubte Herr Hermbſtädt in Berlin die Anziehung verſchiedener Körper unter einander durch entſcheidende Verſuche dargethan zu haben, deren in den annales de chemie und in Crell's chemiſchen Annalen nur im Entfernten Erwähnung geſchehen iſt. Zu dieſen ſeinen Verſuchen bediente er ſich folgendes Werkzeugs: eine hohle empfindbare Wage, wie man ſolche zu hydroſtatiſchen Arbeiten gebraucht, iſt an dem einen Ende ihres Arms mit einer runden Cohäſionsplatte von Glas, Meſſing oder Marmor, auf die ein Drath zum Anhängen ſenkrecht befeſtigt iſt, verſehen. Das Ende des andern Arms trägt eine Wagſchaale, und darin Gewichte, durch welche die Platte vollkommen ins Gleichgewicht, und der Wagebalken in Ruhe geſetzt wird. Alles befindet ſich an einem ruhigen Orte, wo kein Luftzug eine Bewegung verurſachen kann. Unter der Platte ſteht ein Piedeſtal, deſſen Teller auf- und niedergeſchoben werden kann; auf dem Teller befindet ſich eine achatene Schaale mit ſehr reinem Queckſilber. Wird nun

die Queckſilberfläche der völlig horizontal hangenden Platte genähert, und zwar ſo, daß ſie $\frac{1}{2}$ bis 1 ganze Linie davon entfernt bleibt, ſo iſt noch alles in Ruhe; nach wenigen Sekunden ſenkt ſich aber die Platte ſchnell herab, und cohärirt mit dem Queckſilber.

Noch einen andern Beweis der gegenſeitigen Anziehung führt Hermbſtädt auf dieſe Art an: man ſchütte auf eine völlig horizontal liegende Glastafel zwey kleine Kügelchen Queckſilber, ſchiebe das eine Kügelchen mit einem Glasſtabe dem andern zu, ſo werden beyde, wenn ſie noch um ein Paar Skrupel von einander entfernt ſind, Sphäroiden bilden, und ſich zu Einer Kugel vereinigen. Iſt die eine Kugel größer, als die andere, ſo wird immer die kleine von der größern, und nie umgekehrt, angezogen werden.

Herr Gilbert zu Halle bemerkt hiebey, daß höchſt wahrſcheinlich auf eine ähnliche Art zwey Platten, von denen die eine an einem Wagebalken im Gleichgewichte hange, die andere ihr von unten her genähert werde, dieſelbe Erſcheinung geben und vermöge ihrer Anziehung aus der Ferne her an einander geführt werden würden. Doch zweifle er, daß es möglich ſey, auf dieſe Art die Anziehungen verſchiedener Körper gegen einander auf Maaß und Gewicht zu bringen. Dazu ſey ſchwerlich irgend eine andere Vorrichtung, als Coulomb's und Cavendiſh's Drehungsapparat zu gebrauchen; mittelſt dieſes müßten ſich aber ſehr genaue und unterrichtende Verſuche über die gegenſeitige Anziehung verſchiedener Materien anſtellen laſſen.

Ueber die Attraktionsverſuche des Herrn Hermbſtädt macht ein Recenſent von Gilbert's Annalen in den Würzburger gelehrten Anzeigen (May 1800. S. 354.)

S. 354.) folgende ganz richtige Bemerkung. Er zweifelt, daß dieß Anziehen von einer wirklichen Anziehungskraft, dynamiſch oder phoronomiſch betrachtet, hergeleitet werden könne; vielmehr ſey dieſe Erſcheinung leichter, und erweislicher chemiſch-mechaniſch zu erklären. Das Queckſilber ſey bekanntlich ein ſchon bey der Temperatur unſerer Atmoſphäre leicht ſäurebarer Körper; er verändere alſo die ihn umgebenden Luftſchichten immer, indem er ihnen den Sauerſtoff raube. Dieß geſchehe auch hier, und indem dieſer faſt unmerkliche Säurungsprozeß vorgehe, neige ſich die Platte, welche das Queckſilber völlig bedeckt, wegen der großen Beweglichkeit des Wagebalkens nach dem Queckſilber hin, indem die Cohäſionsplatte durch einen perpendikulairen Luftzug nach unten gedruckt werde, ſo wie die Platte durch einen horizontalen Zug, bey leichter Beweglichkeit, pendelartig bewegt werden würde. Die beſte Methode, zu prüfen, welche Erklärungsart die beſte ſey, dürfte dieſe ſeyn, daß man dieſen unläugbaren Verſuch Hermbſtädt's im luftleeren Raume zu veranſtalten ſuchte. Fände wirklich eine phoronomiſch-dynamiſche Urſache ſtatt, ſo würde die Anziehung eben ſo gut, wie in der atmoſphäriſchen Luft, und vielleicht noch leichter und in weiterer Entfernung geſchehen. Wäre hingegen die Urſache eine chemiſch-mechaniſche, ſo würde die Anziehung unter dieſen Umſtänden nicht ſtatt finden.

Der Herr von Arnim äußerte in einem Briefe an Herrn Gilbert über die Hermbſtädt'ſchen Verſuche folgende Meynung. Die Zeit von einigen Sekunden, ſagt er, welche in dieſen Verſuchen erfordert wurden, ehe ſich die Anziehung zeigte, ſcheint mir den Geſetzen der Schwere entgegen, und macht mir

mir eine elektriſche Anziehung, wie zwiſchen den Platten eines Duplikators, wahrſcheinlicher. Vielleicht wurde das Queckſilber beym Eingießen in die Schaale elektriſch, und durch das Piedeſtal iſolirt. Doch glaube ich nicht, daß dieſe entgegengeſetzte Elektricitäts-Vertheilung mit den ſogenannten galvaniſchen, eigentlich aber rein elektriſchen Ketten in Verbindung ſteht, da der Gegenſatz in jenem Falle durch die Berührung aufgehoben werden, in dieſem nur durch die Berührung entſtehen kann.

Bey dieſer Gelegenheit wurde angemerkt, daß ſchon der Pater Bertier einige wiewohl mangelhafte Verſuche über die gegenſeitige Anziehungs- und Zurückſtoßungskraft nicht elektriſirter Körper im Jahr 1750 angeſtellt habe. Allein dieſe Verſuche laſſen ſich auf eine ganz einfache Art erklären, wie dieß durch ähnliche Verſuche des Herrn Eike [y]) außer Zweifel geſetzt worden iſt.

Nach meiner Meynung iſt es unmöglich, daß des Herrn Hermbſtädt's Verſuche die Anziehung der Körper gegen einander zeigen können, ob es gleich dynamiſch betrachtet keinem Zweifel unterworfen iſt, daß ſie wirklich Anziehungskraft gegen einander ausüben. Denn die Anziehungskraft unſerer Erde iſt in Anſehung der Anziehungskräfte ſolcher Körper, mit welchen die Verſuche angeſtellt wurden, als unendlich groß zu betrachten, und letztere müſſen daher als Null angeſehen werden. Aus dieſem Grunde iſt es daher auch unmöglich, daß ſich ſelbſt im luftleeren Raume eine Anziehung ſolcher Körper gegen einander zeigen kann, und wenn ſie wirklich erfolgte (wie man nachher gefunden haben will), ſo müßte ſie eine andere

y) Voigt's Magazin. B. VII. St. 2. S. 10.

re Urſache bewirken. Eine Anziehung eines Körpers gegen einen andern kann nicht anders bemerkt werden, als wenn der eine Körper in Anſehung ſeiner Maſſe gegen den andern als unendlich groß betrachtet werden kann. Dieß lehrt auch wirklich die Erfahrung bey leichten Pendeln, welche von großen Bergmaſſen von der Richtung der Schwere in etwas abgelenkt, folglich von dieſen angezogen werden.

Cohäſion oder Zuſammenhang.

Es iſt bereits im vierten Theile S. 31. u. f. angeführt worden, daß Hamberger der erſte war, welcher die Lehre vom Zuſammenhange der Körpertheile unter einander aus einem ganz andern Geſichtspunkte betrachtete, als alle ſeine Vorgänger. Er bemerkte ganz richtig, daß die Kraft der Schwere von der Kraft des Zuſammenhangs der Theilchen der Körper unter einander, oder mit Theilchen anderer Körper verſchieden ſey. Er nahm daher an, daß die Körpertheilchen eine eigene Kraft beſitzen müßten, welche den Zuſammenhang derſelben bewirke.

Im Jahr 1772 brachten die Herren de la Grange und Cigna [z]) ein mit Oel beſtrichenes Glas auf Waſſer, und fanden, daß ein beträchtliches Gewicht nöthig war, das Glas vom Waſſer zu trennen. Es hatten aber dieſe beyden Herren den Grundſatz feſtgeſetzt: daß das Waſſer und die öhlichten Körper einander zurückſtoßen. Wenn alſo Oel an Waſſer hieng, ſo mußte das Anhängen von einer andern Urſache, z. B. vom Drucke der Luft oder des Aethers abhangen, welche der Anziehung entgegengeſetzt iſt. Allein dieſe Behauptung hatte ſchon Hamber-

z) Journal de phyſique T. II. p. 472.

berger (Th. IV. S. 33.) widerlegt, und gleichwohl iſt ſie nach ihm von manchem Phyſiker wieder her- vorgeſucht worden.

Guyton Morveau [a]) ward durch de la Grange's und Cigna's Behauptung veranlaßt, über dieſen Gegenſtand im Jahr 1773 in Gegenwart der Akademie zu Dijon verſchiedene Verſuche anzuſtellen, welche ihm zeigten, daß das Waſſer ſich zwiſchen zwey Talgplatten erhebt, welche man in dem Ab- ſtande von $\frac{1}{8}$ Linie in paralleler Richtung einander nähert; auch glaubte er zugleich bewieſen zu haben, daß der Druck der Luft in dieſen Erſcheinungen für Nichts gerechnet werden müſſe, und daß ſie folglich allein von der Anziehung abhiengen, indem eine Scheibe von polirtem Spiegelglaſe, welche 30 Linien im Durchmeſſer hatte, an den Arm einer Wagſchale gehangen und mit Queckſilber in Berührung ge- bracht ein Gegengewicht von 9 Drachmen erforderte, und das nämliche Gegengewicht aushielt, nachdem er die Wage unter den Recipienten einer Luftpumpe geſetzt, und dieſen ſo luſtleer gemacht hatte, daß das Queckſilber in beyden Röhren des daran befind- lichen Schenkelbarometers gleich hoch ſtand.

Zugleich hatte er beobachtet, daß die nämliche Glasſcheibe mit reinem Waſſer in Berührung gebracht, mit einer Kraft von 258 Gran daran hieng, indeß ſie an einer Auflöſung von Potaſche, welche eine viel größere Dichtigkeit beſaß, nur mit 210 Gran Kraft hieng. Durch dieſe Verſuche ward alſo erwieſen, daß Hamberger's Behauptung, der Zuſammen- hang der Theile der Körper unter einander und mit andern

a) Journal de phyſique T. I. p. 172.

andern Körpern richte ſich nach dem ſpeciſiſchen Gewichte der Körper, nicht allgemein wahr ſey. Da aber die Kraft der Adhäſion nothwendig mit den Berührungspunkten im Verhältniſſe ſtehen muß, und, nach Morveau's Meynung, die Menge der Berührungspunkte, in der Adhäſion eines flüſſigen Körpers mit einem feſten, bey gleichen Oberflächen, nur nach der verſchiedenen Geſtalt der Beſtandtheile verſchieden ſeyn kann, ſo führe uns auch die Abweichung in den Reſultaten auf eine Urſache, welche mit der Urſache der Verwandtſchaften viel Aehnlichkeit beſitze.

Die Beweiſe für dieſe Meynung hatte Morveau [b]) bereits im Jahr 1777 gegeben. In der Folge hat er aber dieſen Gegenſtand etwas weitläuftiger unterſucht, und einige Bemerkungen hinzugefügt, welche ſich auf Verſuche, die unterdeſſen von einigen Andern gemacht worden ſind, beziehen.

Es hatte nämlich im Jahr 1780 Herr Achard [c]) eine große Reihe von Verſuchen angeſtellt, um allgemeine Geſetze aufzufinden, nach welchen ſich die Adhäſion richte. Bey Anſtellung derſelben glaubte er, vorzüglich auf folgende drey Punkte genau Acht haben zu müſſen:

1. daß die Fläche des feſten Körpers, deſſen Anhängen man mit der Flüſſigkeit unterſuchen will, völlig eben und horizontal war; ſo wie auch, daß die Kraft, welche man anwendet, um ihn von der Flüſſigkeit loszureißen, im Mittelpunkt der Schwere ange-

b) Elémens de chymie theoretique et pratique, T. I. p. 63. Dijon 1777.

c) Chymiſch-phyſiſche Schriften. S. 354. ff.

angebracht werde, und beſtändig in der Richtung wirke, welche mit der die flüſſige Materie berührenden Fläche einen rechten Winkel mache.

2. daß zwiſchen dem feſten Körper und der flüſſigen Materie keine Luftblaſen bleiben, welches bey durchſichtigen Körpern leicht, bey undurchſichtigen aber ſchwerer zu entdecken iſt. Achard brachte daher die Fläche des feſten Körpers anfänglich mit der flüſſigen Materie ſchief in Berührung.

3. daß, wenn das Gegengewicht ſchon ſo groß iſt, daß die Platte dem Losreißen nahe iſt, man nur auf einmal ſehr geringe Gewichte nachlegt, weil man durch größere einen Stoß verurſacht, der den Körper von der flüſſigen Materie losreißen würde, ehe man ſo viele Gewichte aufgelegt hätte, als nöthig wäre, die Kraft des Anhängens zu überwältigen.

Achard wollte ſich ferner überzeugen, ob bey gleichen Wärmegraden der Druck der Luft auf die Verſuche keinen Einfluß habe, und fand keinen merklichen Unterſchied in dem Anhängungsvermögen einer Glasſcheibe am deſtillirten Waſſer.

Ganz anders aber verhielt es ſich, als er dieſe Verſuche bey gleichen Barometerhöhen, und verſchiedener Temperatur wiederholte. Bey wärmern flüſſigen Materien war die Adhäſion geringer, als bey kältern. Herr Achard ſuchte aus ſeinen Beobachtungen eine Formel herzuleiten, um bey allen Graden die correſpondirende Adhäſion zu beſtimmen. Es ſey nämlich der Wärmegrad des Waſſers $= x$, die correſpondirende Adhäſion $= y$, der Coefficient von $y = b$, und die beſtändige Größe a, ſo erhält man dieſe Gleichung

$$x = a - by.$$

Um

Um nun den Werth von a und b zu finden, ſtellte er die beyden folgenden Verſuche an: 1. als das Waſſer auf 104° des Sulzerſchen Thermometers erhitzt war, wurde ſeine Adhäſion mit dem Glaſe durch ein Gegengewicht von 80 Gran aufgehoben; 2. als das Waſſer 56° deſſelben Thermometers zeigte, waren 89 Gran nöthig. Dadurch bekam er folgende Gleichungen:

$$104 = a - 80b$$
$$56 = a - 89b, \text{ mithin}$$
$$b = \frac{48}{9} \text{ und } a = 530.$$

Demnach läßt ſich auf ſolche Art das Verhältniß zwiſchen der Wärme des Waſſers und ſeinem Anhängungsvermögen an dem Glaſe auf folgende Art ausdrucken $x = 530 - \frac{48}{9} y$.

Wenn alſo die Vorausſetzung, von welcher Achard ausgieng, richtig iſt, ſo muß bey gleichen Temperaturen das Anhängungsvermögen eines gegebenen Körpers mit dem Waſſer nicht nur nach der Größe der Oberfläche zu- und abnehmen, ſondern die Differenz muß ſich vollkommen wie die Differenz der Oberflächen verhalten. Setzt man alſo die Adhäſionskraft einer Scheibe, deren Durchmeſſer = a, an das Waſſer = p, und y die Adhäſionskraft einer Scheibe von derſelben Materie vom Durchmeſſer b an das Waſſer, ſo ergiebt ſich

$$a^2 : b^2 = p : y, \text{ mithin } y = \frac{p \cdot b^2}{a^2}.$$

Um nun die Richtigkeit dieſes durch Rechnung gefundenen Reſultats nicht allein beym Waſſer, ſondern auch bey andern flüſſigen Materien darzuthun, gebrauchte Achard Glasplatten von $1\frac{1}{2}$ bis 7 Zoll im

im Durchmeſſer, beſtimmte zuerſt ihr Adhäſionsvermögen an dieſe flüſſige Materien durch Verſuche, und berechnete es dann nach jener Gleichung. Die Abweichungen von beyden fand er nur ſehr geringe.

Nachdem nun Achard den Einfluß der Wärme und der Größe der ſich berührenden Flächen auf die Adhäſionskraft des Glaſes an verſchiedenen flüſſigen Materien beſtimmt hatte, ſo unternahm er es, auch mit andern feſten Körpern über das Anhängungsvermögen an verſchiedene flüſſige Materien Verſuche anzuſtellen. Bey allen dieſen Verſuchen hatten die flüſſigen Materien immer einerley Wärme, nämlich den 32ten Grad der Sulzeriſchen Skale. Hiebey warf ſich Herr Achard dieſe Frage auf: ob nicht die Urſach der verſchiedenen Anhängungen der flüſſigen Materien in dem Zuſammenhange der Theile des flüſſigen Körpers unter einander zu ſuchen ſey? und folglich die Adhäſionskraft im Verhältniß des Produkts ihrer Schwere und der Cohäſion ihrer Theile ſtehen müſſe? Die Beantwortung dieſer Frage gab er auf folgende Art:

Die Cohäſion der Theile des Waſſers ſey = 1000.

Die Cohäſion der Theile einer andern flüſſigen Materie = b.

Die Adhäſionskraft des Waſſers am Glaſe = c.

Die Adhäſionskraft einer andern flüſſigen Materie an dieſelbe Glasſcheibe = d.

Die ſpecifiſche Dichtigkeit des Waſſers = m.

Die ſpecifiſche Dichtigkeit der andern flüſſigen Materie = n.

Wenn nun vorausgeſetzt wird, daß die Adhäſionskraft aus dieſen beyden Urſachen (Schwere und Cohä-

Cohäſion) zuſammengeſetzt iſt, ſo findet folgendes Verhältniß ſtatt:

$$c : d = 1000\,m : nb, \text{ und daher}$$

$$b = \frac{1000\,md}{nc}.$$

Durch Hülfe dieſer Gleichung hat Achard den Werth von b für alle gebrauchte flüſſige Materien beſtimmt. Bey Vergleichung der Reſultate ſeiner Verſuche fand er aber bald, daß der Werth von b nicht die Cohäſion der flüſſigen Theile unter einander ausdruckt; denn in dieſem Falle mußte für die fetten Oele der Werth von b größer ſeyn, als für das Waſſer, welches ſich aber nicht ſo verhält. Ueberhaupt ergab ſich, daß b eine andere unbekannte Eigenſchaft bedeutet. Wenn nun, ſchließt Achard, dieſe Eigenſchaft der flüſſigen Körper, welche auf die Vermehrung ihrer Adhäſion an die feſten Körper einen Einfluß hat, eine allgemeine Eigenſchaft, und nicht bloß auf die Adhäſion dieſer flüſſigen Materien am Glaſe eingeſchränkt iſt, ſo muß man durch dieſelbe Rechnung auf Reſultate kommen, welche mit der Erfahrung übereinſtimmen, wenn man die Beobachtungen über die Adhäſionskraft des Waſſers an feſte Körper von verſchiedener Materie zum Grunde legt. Da nun Achard den Werth von b beſtimmt hatte, ſo hatte er nur nöthig, noch den Werth von d zu finden, welcher die Adhäſionskraft der Platten von verſchiedener Materie an die gebrauchten Flüſſigkeiten ausdruckt. Aus der Gleichung

$$b = \frac{1000\,md}{nc} \text{ fand er } d = \frac{bnc}{1000\,m}$$

Auf dieſe Art hat Achard die Werthe von d, oder die Adhäſionskräfte von 19 feſten Körpern mit

verſchiedenen Flüſſigkeiten beſtimmt. Da er nun fand, daß unter 481 Reſultaten 357 noch nicht um eine Einheit, und nicht mehr als 3 um 2 von den durch die Rechnung beſtimmten abwichen; daß ferner die Differenz bald eine unbedeutende Zahl mehr, bald eine weniger als die Erfahrung betrug, ſo ſchloß er auf die Allgemeinheit folgender Regel: daß der Werth von b von der Figur der kleinſten Theile der Flüſſigkeit abhängt, indem dieſe, wenn ſie ſo beſchaffen iſt, daß ſie den feſten Körper in mehr oder weniger feſten Punkten berührt, auf die Adhäſionskraft, welche im Verhältniſſe der Berührungspunkte iſt, einen großen Einfluß hat; und b würde alſo die Summe der Berührungspunkte ausdrucken, in welchen der flüſſige Körper nach der Figur ſeiner kleinſten Theile den feſten Körper berühren kann.

Ueberdieß bemerkte auch Achard, daß die Eigenſchaft der Körper, welche die Abweichungen in der Anhängung verſchiedener feſten Maſſen an derſelben Flüſſigkeit hervorbringt, nicht von der Dichtigkeit dieſer feſten Maſſen abhängt. Es müſſe alſo eine andere Urſache vorhanden ſeyn; und dieſe liege nur in der größern oder geringern Fähigkeit der Theile des feſten Körpers, mit dem flüſſigen in Berührung zu kommen.

Aus dieſen Sätzen entwirſt nun Achard folgende Formel, die zur vollkommenen Berechnung des Anhängungsvermögens eines feſten Körpers an einen flüſſigen dienen ſoll.

Es ſey nämlich die Anzahl der Punkte, in welchen eine gläſerne Scheibe von einer beſtimmten Größe das Waſſer berühren kann, = 1000.

Die

Die Anzahl der Punkte, in welchen eine Scheibe von gleicher Größe, aber von einer andern Subſtanz, das Waſſer berühren kann, = B.

Die Kraft der Anhängung des Waſſers am Glaſe = C.

Die Kraft, mit welcher die von der andern Subſtanz gemachte Scheibe an dem Waſſer anhängt, = D.

Das ſpecifiſche Gewicht des Glaſes = M.

Das ſpecifiſche Gewicht der andern Subſtanz = N

ſo erhält man dieſes Verhältniß

$$c : d = 1000\,M : NB.$$

Nun war $c : d = 1000\,m : nb$;

woraus folgt $\frac{1000\,DM}{NB} = \frac{1000\,dm}{nb}$, oder

$$DMnb = dmNB$$

woraus ſich das Verhältniß ergiebt

$$b : B = dmN : DMn$$

Da nun ſowohl n und N, als m und M als bekannt angeſehen werden können, und b ſowohl als d bekannt iſt, ferner D leicht durch einen Verſuch beſtimmt werden kann, ſo läßt ſich auch durch dieſe Gleichung der Werth von B, d. i. die Eigenſchaft der feſten Körper, vermöge welcher ſie an eben derſelben Flüſſigkeit mit verſchiedenen Kräften anhängen, und welche von der Figur ihrer kleinſten Theile abhängt, leicht beſtimmen.

Auch Herr du Tour [d]) hat eine Reihe von Verſuchen über das Anhängen verſchiedener feſten Körper an flüſſige Materien angeführt, und einige Bemer-

d) Journal de phyſique T. XV. p. 234. T. XVI. p. 83. T. XIX. p. 137.

merkungen beygefügt. Er behauptet, wie auch Brook Taylor bereits geglaubt hat, daß in allen den Fällen, wo man feſte Körper an eine flüſſige Materie bringt, die daran nicht haugen bleibt, das Anziehungsvermögen allein der Trennung widerſteht, daß das Verhältniß der Widerſtände überhaupt ſich nicht auf die verſchiedene Dichtigkeit der Flüſſigkeit gründet, und folglich eine von dieſer Dichtigkeit unabhängige Urſache ſich mit ihr verbinden müſſe, um die Körper zu dieſen mannigfaltigen Anhängungen zu beſtimmen. Dieſe für ſich beſtehende Urſache hat er durch folgenden Verſuch deutlich anzugeben geglaubt: wenn man nämlich ein Kugelſtück oder Uhrglas an einem feſten Punkte ſo aufhängt, daß die hohle Fläche nach unten gerichtet iſt, und unmerklich Waſſer oder Queckſilber in ein darunter geſtelltes Gefäß fließen läßt, ſo ſteigt die Flüſſigkeit, bis ſie die Höhe des innerſten Punkts der convexen feſten Fläche erreicht, und in dieſem Augenblick bildet ſie eine Berührungsfläche auf einem Kugelabſchnitt, deren Maaß 15 Linien für das Waſſer, und 5 für das Queckſilber giebt.

Herr du Tour bemerkt aber, daß er 1. eine Ungleichheit oder Unbeſtändigkeit in den Reſultaten ſeiner Verſuche wahrgenommen habe; 2. daß der Druck des Luftkreiſes einen beträchtlichen Einfluß auf die Erfolge habe; und 3. daß man, ſo bald der feſte Körper einige Theile des flüſſigen mit ſich fortreißt, nur den Zuſammenhang der Theile dieſes letztern meſſen könne.

Unter die zufälligen Urſachen, welche hier die Gleichmäßigkeit der Wirkung ſtören, rechnet du Tour vorzüglich die Schwierigkeit, Scheiben von vollkommen gleichem Durchmeſſer, und gleich platter Ober-

fläche

fläche zu erhalten; daß der mindeſte Stoß, der leiſeſte Hauch und eine unmerkliche Veränderung in der Richtung der Kraft, welche die Adhäſion überwältigen ſoll, die Trennung oft beſchleunige, und daß Glas von verſchiedener Beſchaffenheit zur Adhäſion mehr oder weniger geneigt ſeyn. So führt er an, daß er drey Scheiben von demſelben Glaſe zu 11, 10 und 9 Linien im Durchmeſſer angewendet, und den Widerſtand zur Trennung des Waſſers ohngefähr im Verhältniſſe der Quadrate der Durchmeſſer gefunden habe. Es iſt aber zu bemerken, das du Tour in dieſen Vergleichungen die Temperatur der flüſſigen Materien nicht mit in Betrachtung gezogen hat.

Ueberhaupt aber iſt du Tour der Meynung, daß das Geſetz, daß ſich die Adhäſionskraft einer Flüſſigkeit an einerley feſten Körper, wie die Menge der Berührungspunkte auf den Oberflächen verhalte, nicht richtig ſey; beym Queckſilber ſey dieß Geſetz vielmehr gerade umgekehrt. Er verſichert bemerkt zu haben, daß der Widerſtand gegen die Trennung vom Glaſe in dem Verhältniſſe abnimmt, in welchem die Durchmeſſer zunehmen; und man könnte ſogar vermuthen, daß der Widerſtand des Queckſilbers bey einer gewiſſen Größe am Glasdurchmeſſer der Kraft des Waſſers gleich ſeyn würde, ja vielleicht noch geringer als dieſe. So bemerkt er, daß er zwiſchen einer Glasſcheibe von 11 Linien und dem Queckſilber, das ſich in einem Gefäße von gleichem Durchmeſſer eingeſchloſſen befand, durchaus keine Adhäſion habe hervorbringen können.

Durch andere Verſuche hat aber du Tour ſich überzeugt geglaubt, daß der Druck der Luft noch einigen Antheil an der Adhäſion habe. Sie ſind folgende:

1. Eine Spiegelglasſcheibe von 12 Linien im Durchmeſſer, die in der Mitte mit einem Loche von $7\frac{3}{4}$ Linien durchbort iſt, hängt am Waſſer mit einer Kraft von 33 Gran. Wenn man den leeren Theil bedeckt, oder eine volle Scheibe von gleichem Durchmeſſer auf die vorige befeſtigt, ſo beträgt der Widerſtand der Trennnng 48 Gran, d. i. eben ſo viel, als die volle Scheibe für ſich erfordert.

2. Ein cylindriſches Gefäß, in Geſtalt eines tubulirten Recipienten von 11 Linien im Durchmeſſer der untern Oeffnung, welches an einem Wagebalken ins Gleichgewicht geſetzt wird, erfordert ein Gegengewicht von 16 Gran zur Trennung, wenn man die Oeffnung mit Waſſer in Berührung bringt, und das Gefäß unverſchloſſen läßt. Verſchließt man es aber, ſo daß es tubulirt bleibt, ſo hält die Adhäſion 44 Gran aus, und die Trennung findet nur bey 45 Gran ſtatt.

Läßt man die Röhre offen, taucht hierauf den Cylinder 8 Linien tief in Waſſer, und verſchließt ſie nun, ſo braucht man 150 Gran, um den untern Rand mit der Maſſe der Flüſſigkeit in wagrechten Stand zu bringen. Der Waſſercylinder erhebt ſich zu gleicher Zeit, und die Trennung geht erſt vor ſich, wenn die Gegengewichte 179 Gran überſteigen. Taucht man aber den Cylinder nur 4 Linien tief ins Waſſer, ſo iſt der Widerſtand der Trennung nur 109 Grad.

3. Der nämliche cylindriſche Recipient äußert gar kein Anhängungsvermögen zum Queckſilber, die Röhre mag offen oder verſchloſſen ſeyn. Verſenkt man hingegen den Cylinder mit geöffneter Röhre in Queckſilber, bis zur Tiefe von $1\frac{1}{2}$ Linie, und verſtopft die Röhre nun, ſo wird er nur durch Gegengewichte zum Steigen gebracht; die Schicht des innerhalb gelege-

legenen Queckſilbers folgt der Erhebung des Cylinders, bis ſein innerer Rand ſich mit der ihn umgebenden Flüſſigkeit in wagrechtem Stande befindet, und die Trennung wird nur durch 736 Gran bewirkt. Verſenkt man den nämlichen Recipienten 4 Linien unter der Fläche des Queckſilbers, ſo beträgt der Widerſtand 1332 Gran.

4. Man hänge ein 2 Linien dickes Haarröhrchen in Gleichgewicht an einen Wagebalken, und gieße tropfenweiſe Waſſer in eine darunter geſetzte Schaale, bis es das untere Ende der Röhre berührt; man gebrauche aber die Vorſicht, die Wage immer in vollkommenem Gleichgewicht zu erhalten, damit ſie allmählig und ohne Stoß ſinken könne, ſo wird man ſehen, daß ſich die Röhre von ſelbſt 2 Linien in das Waſſer der Schaale ſenkt, und das Waſſer, welches ſonſt wegen der Kleinheit ihres Umfangs innerhalb auf 17½ Linien geſtiegen wären, erhebt ſich nun nur auf 4 Linien über die Fläche der Flüſſigkeit.

Vermindert man nach und nach das Gegengewicht, welches die Röhre hält, ſo ſenkt ſie ſich immer mehr in das Waſſer; aber das Waſſer ſteigt noch immer nur bis zu 4 Linien.

Nimmt man andere Röhren von gleicher Dicke mit der vorigen, aber von größerer Weite, ſo bleibt die Verſenkung die nämliche; aber in dem Aufſteigen der Flüſſigkeit zeigt ſich ein Unterſchied; und dieſes Aufſteigen beträgt gewöhnlich den vierten Theil von der Höhe der Säule, welche das nämliche Haarröhrchen trägt, wenn es an einem feſten Punkt hängt und keine Verſenkung leidet.

Röhren von geringerer Dicke tauchen ſich tiefer ein. Eine 1½ Linie dicke Röhre, welche eine Waſſer-

ſäule von 21½ Linie tragen konnte, verſenkte ſich auf 3½ Linien, und die Aufſteigung betrug 6½ Linien.

Dieſe beweglichen Röhren verſenken ſich tiefer, je dünner ſie ſind, wenn gleich der Weitenmeſſer grö‐ßer iſt, und alſo das Waſſer in ihnen nicht ſo hoch ſteigen kann. Eine gläſerne Röhre von ⅔ Linie in der Dicke, in welcher das Waſſer nur auf 17½ Linien ſteigt, verſenkt ſich 17½ Linien, und das Waſſer ſteigt 5 Linien.

Nicht die Haarröhrchen allein, ſondern alle Röh‐ren überhaupt ſind dieſer Eintauchung unterworfen. Ein Glascylinder von 11 Linien im äußern Durch‐meſſer, von ½ Linie in der Dicke, verſenkt ſich 2 Li‐nien, ſobald ihn das Waſſer erreicht, und nach 12 Sekunden beträgt ſeine Eintauchung 3 Linien. 13 Gran zugeſetztes Gegengewicht bringen die Mündung wieder in ebener Fläche mit dem Waſſer; 15 Gran erhalten ihn noch an der obern Waſſerfläche, und ½ Gran mehr trennt ihn davon.

Dieſe Eintauchung findet ſtatt, wenn gleich die innere Oeffnung der Röhren verſtopft iſt, ſelbſt bey feſten Cylindern von Glas und andern Materien, und ſie geſchieht jedesmal deſto tiefer, je kleiner die Cylin‐der ſind. Ein Eiſenfaden von ⅔ Linien im Durch‐meſſer hatte ſich nach Verlauf einiger Stunden 18 Li‐nien tief eingetaucht, und einer von 4 Linien im Durch‐meſſer ſchien ſich ½ Linie tief einzutauchen. Ein Cy‐linder von gelbem Wachs wurde in einer Glasröhre, deren Ende man mit einer dünnen Wachsſchichte ver‐ſiegelt hatte, von der Waſſerfläche erreicht, ohne ſich zu verſenken, und die Eintauchung ging erſt vor ſich, nachdem man das Waſſer über die Schicht erhoben hatte.

5. Wenn

5. Wenn man ein cylindriſches Gefäß von ſehr dünnem Glaſe, zu 11 Linien im Durchmeſſer, vollkommen mit Waſſer anfüllt, und eine Glasſcheibe von gleichem Durchmeſſer, die an einem Wagebalken hängt, genau heranbringt, ſo kann das Waſſer nur durch etwas mehr als 71 Gran davon getrennt werden; die nämliche Scheibe mit einer größern Oberfläche in Berührung, widerſteht nur der Luft mit 33 Gran.

Unter eine Glasſcheibe von 6¼ Linien im Durchmeſſer, welche vollkommen horizontal an einen feſten Punkt gehängt wird, ſetze man eine Unterſchaale, die man bis zur Berührung mit der Scheibe mit Waſſer füllt. Man nehme nun aus der Unterſchaale einen Theil Waſſer heraus, und ſo wie jetzt die obere Fläche des Waſſers ſinkt, bildet der am Glaſe hangende Theil des Waſſers ſelbſt eine Scheibe, welche anfänglich gleichen Durchmeſſer mit der Glasſcheibe hat; aber ſtufenweiſe nimmt der Durchmeſſer ab, ſo daß die ganze Lage Waſſer die Figur eines umgeſtürzten Kegels bildet, und im Augenblick der Trennung beträgt der Durchmeſſer nur 5,95 Linien. Die nämliche Erſcheinung zeigt ſich, wenn man, anſtatt Waſſer aus der Schaale herauszunehmen, nach und nach Gegengewichte zuſetzt, um die Scheibe zu erheben, und es hängt ſich deſto mehr Flüſſigkeit an die Scheibe, je größer der Durchmeſſer derſelben iſt.

Das Queckſilber hängt ſich bey einem ähnlichen Verſuche ebenfalls an Glas an, und noch weit beträchtlicher; die Adhäſion verhält ſich auch hier wie die Durchmeſſer der Scheiben. Nur iſt die Geſtalt, welche die oberſte am Glaſe hangende Lage Queckſilber bildet, derjenigen des Waſſers völlig entgegengeſetzt;

ſetzt; das Queckſilber iſt nämlich unten breiter und oben ſchmäler.

Hieraus zog nun du Tour den Schluß, daß der Druck der Luft einen beträchtlichen Einfluß auf das Anhängungsvermögen habe, und daß ſich aus dieſem Vermögen allein bey weitem nicht alle Erſcheinungen erklären laſſen. Es müßte daher noch eine andere uns verborgene Urſache geben.

Da dieſe Unterſuchungen und Bemerkungen vorzüglich gegen Morveau's Meynung gerichtet waren, als welcher behauptete, daß jederzeit das Anhängungsvermögen mit der Menge der Berührungspunkte im Verhältniſſe ſtehe, und der Druck der Luft oder einer andern feinen flüſſigen Materie gar keinen Einfluß darauf habe, ſo unternahm es Morveau, dieſen Gegenſtand einer neuen Prüfung zu unterwerfen, und ſeine vorige Behauptung dadurch zu rechtfertigen [c]).

Morveau bemerkt vors erſte, daß man den Ausdruck Adhäſion (Anhängung) von der Cohäſion ſorgfältig unterſcheiden müſſe, welche beyde gewöhnlich verwechſelt würden. Die Adhäſion vereinige zwey ähnliche Körper bis zu einem gewiſſen Punkte; die Cohäſion hingegen bewirke den Zuſammenhang der Theile eines Körpers unter einander; der Körper möge nun an und für ſich homogen geweſen, oder erſt durch die Verwandtſchaft der ihn zuſammenſetzenden Theile homogen geworden ſeyn.

Morveau ließ ſich vollkommen runde Platten von verſchiedenen Metallen, 1 Zoll im Durchmeſſer und

c) Allgemeine theoretiſche und praktiſche Grundſätze der chemiſchen Affinität oder Wahlverwandtſchaft. a. d. Franz. von D. J. Veit. Berlin 1794. 8.

und von gleicher Dicke verfertigen. In der Mitte der einen Oberfläche war ein kleiner Ring befeſtigt, der ſie an der Linie ſchwebend erhielt, welche durch den Mittelpunkt ihrer Schwere und Figur gieng. Die Metalle waren möglichſt rein.

Er befeſtigte nun eine dieſer Platten an der Probierwage, brachte ſie mit der entgegengeſetzten Schaale ins Gleichgewicht, und ließ ſodann die Platte auf der Oberfläche des Queckſilbers, welches er in eine Untertaſſe, in einem Abſtande von 2 Linien von der Platte ſelbſt, gegoſſen hatte, ganz ſanft hingleiten, ſo wie man bey dem Belegen der Spiegel verfährt. Nun beſtimmte er mit Genauigkeit die Summe der Gewichte, welche zur Aufhebung der Anhängung nothwendig waren.

Dieſen Verſuch wiederholte er mit einer jeden Platte, und nahm jedesmal anderes Queckſilber. Folgende Tafel giebt die Reſultate ſeiner Verſuche an:

Gold hängt am Queckſilb. mit einer Kraft von	446	Gran
Silber - - - - -	429	-
Zinn - - - - -	413	-
Bley - - - - -	397	-
Wismuth - - - -	372	-
Zink - - - - -	204	-
Kupfer - - - - -	142	-
Spießglanzkönig - - -	126	-
Eiſen - - - - -	115	-
Kobalt - - - - -	8	-

Wenn man nun die Urſachen unterſuche, worin dieſe beträchtlichen Abweichungen gegründet ſeyn möchten, ſo ſehe man bald ein, daß der Druck der Luft keinen Theil daran haben könne, weil er bey allen Verſuchen derſelbe geweſen.

Auch

Auch die Glätte der Oberfläche trage nichts zur Verſtärkung des Anhängens bey; denn eine glatte Oberfläche verhindere das Anhängungsvermögen noch mehr, weil die Flüſſigkeit ſich auf einer hökrichten mehr entwickeln und ausbreiten könne.

Dieſe Abweichungen gründeten ſich auch nicht auf die verſchiedene Dichtigkeit; ſonſt müßte das Silber auf das Bley folgen, der Kobalt ſtärker anhängen als der Zink, das Eiſen ſtärker als das Zinn u. ſ. w.

Nun fragt Morveau, welcher Ordnung werde man alſo dieſe Erſcheinungen unterwerfen können? Die Ordnung der Verwandtſchaften werde uns zur Regel dienen, d. h. im gegenwärtigen Fall, die Stufenleiter der größern oder geringern Auflöslichkeit der Metalle im Queckſilber. Das Gold amalgamire ſich am ſchnellſten, und behaupte auch den erſten Rang in der Anhängungstabelle; Eiſen und Kobalt ſeyen in Queckſilber unauflöslich, und alſo auch die letzten in der Reihe.

Aus dieſer Uebereinſtimmung, welche gewiß nicht ein Werk des Zufalls ſey, ließen ſich Folgerungen herleiten, welche die Theorie der chemiſchen Erſcheinungen in ein helles Licht ſetzten. Man ſehe klar, daß ſie alle von derjenigen allgemeinen Eigenſchaft der Materie abhiengen, die wir Anziehung nennten; daß dieſe unveränderliche, immer denſelben Geſetzen unterworfene Eigenſchaft, nach den Entfernungen und Näherungen, welche in der Mannigfaltigkeit der elementariſchen Formen ihren Grund hätten, verſchiedene Wirkungen hervorbringe; daß bey der Berührung jeder Materie Adhäſion ſtatt finde; daß die Adhäſion die erſte Wirkung, oder beſſer, den erſten Augenblick der Verwandtſchaft ausmache; daß die Verwandtſchaft

ſchaft nichts anders ſey, als ein ſo hoher Grad der Adhäſion, daß er völlige Auflöſung der kleinſten einander berührenden Theile hervorzubringen vermöge; mit einem Worte: daß man die Verhältniſſe der Verwandtſchaften durch die Verhältniſſe der Adhäſion ausdrücken könne.

Durch Vervielfältigung von Beobachtungen könnte man dieſe Methode noch auf viele andere Fälle ausdehnen, und ſie zur Vergewiſſerung anderer Reſultate anwenden. Wir ſeyen in der That von dem vorgeſteckten Ziele noch ſehr weit entfernt; die Kenntniß der verſchiedenen Figur der kleinſten Theile, auf welche ſich die verſchiedenen Adhäſionen und Verwandtſchaften gründeten, fehle uns noch ganz, daß wir nicht Mittel genug zu dieſem Endzwecke vereinigen könnten. In dieſer Rückſicht ſey die Unterſuchung ſehr wichtig, ob das Anhängungsvermögen der in den Säuren auflöslichen Körper mit den Graden der Verwandtſchaft, welche dieſe Körper gegen die Säuren ausübten, übereinſtimme? Man kenne die Verwandtſchaften der Metalle in der Schmelzung nur noch ſehr unvollkommen, und man würde ſie vielleicht beſtimmen können, wenn man das Schmelzbare flüſſig erhielte, und die übrigen Metalle in Geſtalt feſter Platten auf die Oberfläche des Bades brächte, ſo wie er es mit dem Queckſilber gemacht habe. Nur müßte man auf die Wirkung des erſten Augenblicks genau Acht haben, und die Metalle bey der Berührung nicht erkalten laſſen; denn in dieſem letztern Falle werde das Anhängungsvermögen dem Zuſammenhangsvermögen der kleinſten homogenen Metalltheilchen beynahe gleich. Die Erſcheinung laſſe ſich leicht erklären; denn die Berührung werde durch die Leichtigkeit, mit welcher die flüſ-

ſigen

ſigen Theile ſich über einander bewegten, weit vollkommener, oder vielmehr, die Berührung ſey in dieſen Anhängungen, wie Bailly bemerkt habe, völlig als die größte Annäherung der Theilchen zu betrachten.

Morveau bedauert, daß Achard bey ſeinen Verſuchen keine einfachen Subſtanzen gewählt hat, deren ſtärkere und beſſer bekannte Verwandtſchaften uns in den Stand geſetzt hätten, eine entſcheidendere Parallele zwiſchen der auflöſenden und der Anhängungskraft anzuſtellen, oder wenigſtens ein beſtändiges Verhältniß zwiſchen dieſem letztern Vermögen und dem Grade der Feſtigkeit der verſchiedenen Zuſammenſetzungen zu entdecken; denn die Berührungsfähigkeit ſey zwar die weſentliche Urſache der Verwandtſchaften; aber dieſe erſte Urſache werde von ſo vielen untergeordneten verändert, daß man die Verwandtſchaft, welche die Verbindung hervorbringe, von der, welche ſie erhalte, wohl unterſcheiden müſſe.

Er bemerkt, daß man, um das Anhängungsvermögen bey ſolchen Materien, welche ſich gegenſeitig auflöſen, zu beſtimmen, nur einen Augenblick mit dem Aufheben der gegenſeitigen Berührung zögern dürfe, und es bilde ſich zwiſchen dem feſten und flüſſigen Körper eine Lage, welche nicht mehr einen von beyden einfachen Körper ausmache, ſondern aus beyden zuſammengeſetzt ſey; daß dieſe zuſammengeſetzte Miſchung ſich in der Flüſſigkeit vertheile, ihre Dichtigkeit, und ſelbſt ihre anziehende Eigenſchaft verändere; daß ſie das Gewicht der Scheibe vermehre, ſobald ſie ſich, wie beym Amalgama, daran hänge, und, im Fall die Trennung in der Dicke der Lage geſchehe, man alsdann die Anhängung des feſten

Kör-

Körpers am flüſſigen zu meſſen glaube, indem man nur den Zuſammenhang der Theile dieſer Miſchung beſtimme; aber in einem Augenblicke müſſe wenigſtens Berührung ſtatt finden, ohne daß die Auflöſung ſchon ſo weit gekommen ſey, um der Angabe merklich ſchaden zu können.

Morveau verfertigte ſich einen Cylinder von weißem kryſtalliniſchen Marmor von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, hieng ihn an den Arm einer vollkommen in Gleichgewicht gebrachten Wage auf und brachte das eine Ende an darunter geſetztes Queckſilber völlig wagrecht an. Die Anhängung wurde durch 22 Gran aufgehoben, als die Oberfläche des Queckſilbers 2 Zoll betrug, und erforderte 181 Gran bey einer Oberfläche von 5 Zoll im Durchmeſſer.

Deſtillirtes Waſſer erforderte 100 Gran zur Aufhebung des Anhängens.

Ueberhaupt bleibt Morveau bey dieſem Satze ſtehen: daß Verwandtſchaft und Anhängungsvermögen mit einander übereinſtimmen, welchen Satz eine Menge Thatſachen bewieſen.

Was des Herrn du Tour Verſuche über das Anhängen des Queckſilbers an Glasflächen von verſchiedenen Durchmeſſern betreffe, daß nämlich der Widerſtand gegen die Trennung des Glaſes in dem Verhältniß abnehme, in welchem die Durchmeſſer zunehmen, ſo bemerkt Morveau, daß ſich dieſe Beobachtung befriedigend auf folgende Art erklären laſſe. Wenn man ein wenig Queckſilber auf Spiegelglas fallen laſſe, ſo behalte es darauf die Geſtalt eines applattirten Kügelchens, und ungeachtet es, vermöge ſeiner Schwere, ſich in eine größere Berührungs-

fläche ausdehnen ſollte, ſo blieben doch die unterſten Ränder erhaben, und beynahe ſo rund, als die obern. Man müſſe es mit einem Gewichte belegen, wenn ſeine Berührungsfläche ſich ſo weit ausdehnen ſolle, als es die Menge der Materie zulaſſe. Die Urſach dieſer Erſcheinung ſey, wie bekannt, die ſtarke Anziehung, welche die Theile dieſer Flüſſigkeit gegen einander äußerten, und vermöge welcher ſie ein beſtändiges Beſtreben zeigten, im Schwerpunkt der Maſſe mit einander vereinigt zu bleiben. Dieß vorausgeſetzt ſehe man nun deutlich ein, daß im umgekehrten Fall, da man das Spiegelglas über das Queckſilber anbringt, keine vollkommene Anziehung eher ſtatt finden könne, als bis die Convexität der Flüſſigkeit aufgehoben ſey, d. h. bis man der Kraft, durch welche dieſe Convexität hervorgebracht werde, eine andere ſie aufhebende Kraft entgegengeſetzt habe. Bey der Verfahrungsart, wo das Gewicht der Scheibe durch das Gegengewicht vernichtet werde, könne dieſe Kraft nur in dem Beſtreben des Glaſes, ſich mit dem Queckſilber zu vereinigen, beſtehen. Hier entſtehe alſo eine Wirkung, welche im Voraus einem Theile des Gewichts, das zur Aufhebung oder Anhängung nöthig ſey, das Gleichgewicht halte. Da nun dieſe Wirkung um deſto merklicher werde, und der hierdurch aufgehobene Theil des Gegengewichts verhältnißmäßig zu einer deſto größern Maſſe anwachſen müſſe, je mehr die horizontale Richtung der Berührungsfläche zunehme, und ſich von der krummen Linie der Convexität entferne, ſo ſey es deutlich, warum bey dieſer Flüſſigkeit der Widerſtand nicht mehr nach dem Verhältniß der Durchmeſſer berechnet werden könne, wie du Tour gefunden habe.

Auch

Auch habe du Tour dieſes ſehr wohl eingeſehen, da er ſage, daß er zwiſchen einer Glasſcheibe von 11 Linien und dem Queckſilber, das ſich in einem Gefäße von gleichem Durchmeſſer eingeſchloſſen befunden, durchaus keine Adhäſion habe hervorbringen können, ohne Zweifel wegen dem Beſtreben des Queckſilbers, ſich in einer convexen Oberfläche anzuhäufen, welche in einem engern Raume um ſo convexer werde, da er vermuthe, daß ähnliche Umſtände den Mangel an Uebereinſtimmung zwiſchen ſeinen und des du Tour's Verſuchen veranlaßt haben könnten.

Hieraus folge nun unwiderſprechlich, daß ungleiche Scheiben, welche man auf eine Queckſilbermaſſe von der nämlichen Geſtalt, oder, welches einerley ſey, auf eine gleich große in einem ähnlichen Gefäße enthaltene Menge Queckſilber anbringe, um ſo viel weniger Gegengewicht zu ihrer Trennung erfordern, als ihre Oberfläche größer ſey; daß in dieſem Fall die Summe der Gegengewichte, welche in die Wage gelegt werden müßten, nicht mehr das Maaß von der totalen Adhäſionskraft dieſer Oberfläche ſey, ſondern bloß das Maaß von dem Uebergewicht dieſer Kraft über das Beſtreben der kleinſten Theile des Queckſilbers, ſich wieder in dem Punkte zu vereinigen, von welchem ſie entfernt wurden, um die Berührungsfläche zu bilden. Um alſo mathematiſch-richtige Reſultate zu erhalten, müſſe man die Schätzung dieſer zweyten Kraft in eben dem Verhältniß vermehren, als man Scheiben von größerem Durchmeſſer wähle, ſo daß bey allen Verſuchen die Ränder der Scheiben in dem Augenblicke von der Flüſſigkeit gleich weit entfernt wären, wo ihre Mittel-

punkte ſie zu berühren anfiengen. Dieß habe du Tour nicht beobachtet, ſonſt würden die Zweifel, welche anſcheinende Unregelmäßigkeiten in ihm rege gemacht hätten, ſogleich verſchwunden ſeyn; denn der Grundſatz, daß ſich die Wirkungen wie die Urſachen verhalten, könne nur alsdann in der Erfahrung dargeſtellt werden, wenn man entweder bis auf eine erſte und einzige Urſache zurückgehen, oder jede untergeordnete Urſache für ſich erwägen könne.

Morveau ſchließt daher, daß die Anhängungsgeſetze allgemein und beſtändig ſeyen, und daß die ſchwierige Unterſuchung dieſe Wahrheit nur noch mehr beſtätige und uns neue Wege eröffne, durch welche wir ſowohl die anſcheinend widerſprechenden Erſcheinungen auf die allgemeine Regel zurückführen, als auch über die Theorie der Auflöſungen wichtige Aufſchlüſſe erhalten können. In Anſehung dieſer letztern dürfe er den ſcharfſinnigen Verſuch nicht übergehen, durch welchen du Tour bewieſen habe, daß ein Haarröhrchen, welches man an einen feſten Punkt anhänge, eine Waſſerſäule von $15\frac{1}{2}$ Linien über der Immerſionslinie, und nachdem es in Gleichgewicht mit dem Arm einer Wage gebracht worden, nur eine Waſſerſäule von ohngefähr 4 Linien über den Immerſionspunkt trage. Die Urſache ſey klar. In dem zweyten Falle werde die Röhre von dem eindringenden Waſſer an- und hinuntergezogen; das Waſſer habe alſo einen Theil ſeiner Aufſteigungskraft auf dieſes Hinunterziehen der Röhre angewendet; da hingegen in dem erſten Falle, wo der feſte Punkt das Sinken der Röhre nicht zulaſſe, die Aufſteigungskraft des Waſſers ungetheilt, alſo größer ſey.

In Anſehung der Behauptung des Herrn du Tour, daß nämlich der Druck der Luft einen Antheil an

an dem Anhängungsvermögen habe, behauptet Morveau gerade das Gegentheil. Denn ſeine Erfahrungen, die er im luftleeren Raume über das Anhängen angeſtellt habe, zeugten überwiegend gegen des du Tour Meynung, und könnten von den neuen Beobachtungen nicht widerlegt werden.

Der oben n. I. angeführte merkwürdige Verſuch des Herrn du Tour ſollte ein Einwurf gegen den Satz ſeyn, daß ſich die Adhäſion wie die Menge der Berührungspunkte verhalte; allein um dieſem Einwurfe Kraft zu geben, bemerkt Morveau, hätte du Tour nicht eher den leeren Raum mit der Spiegelglasfläche bedecken, und ſo die Fläche des Vertikaldrucks vergrößern ſollen, als bis vorher der Widerſtand, welchen dieſe Scheibe der Trennung thue, mit dem Widerſtande der vollen Scheiben, ſowohl in Beziehung auf die Berührungsflächen als auf die Flächen des Vertikaldrucks, in ein genaues Verhältniß wäre gebracht worden; und dieß ſey hier nicht geſchehen.

Die Berührungsfläche einer Scheibe von 12 Linien im Durchmeſſer betrage 111 Quadratlinien, und die einer ähnlichen Scheibe, welche in der Mitte durchbort ſey, unter einem Diameter von 17314 Linien nur 64,84 Quadratlinien; da nun für den Widerſtand der erſten Scheibe 48 Gran gefunden ſey, ſo ſollte der Widerſtand der zweyten nicht 33, ſondern nur 28 Gran ausmachen, nach dem Verhältniß 111 : 48 = 64,84 : 28.

Dieſer Unterſchied ſey zu beträchtlich, um als zufällig angeſehen werden zu können; und er werde noch beträchtlicher, wenn man bedenke, daß er hier 48 Gran für die Adhäſion einer vollen Scheibe von

12 Linien im Durchmeſſer annehme; ein Gewicht, welches nicht ſowohl den Widerſtand, den eine ſolche Scheibe der Trennung entgegenſetzt, als vielmehr den Widerſtand der bedeckten Rundung bezeichne. Nehme er zur Grundlage dieſer Berechnung entweder ſeine Beobachtungen über die Adhäſion einer Scheibe von 30 Linien im Durchmeſſer, oder die Beobachtungen der Herren Achard und Beſile, oder auch die eigenen des Herrn du Tour mit Scheiben von 9, 10 und 11 Linien im Durchmeſſer, ſo würde ſich finden, daß die höchſte Schätzung der Adhäſion einer vollen Scheibe von 12 Linien im Durchmeſſer ſich auf 41,28 Gran belaufen würde, und die mittlere Zahl alſo auf 39; werde nun dieſe letztere Summe zum Grunde gelegt, ſo hätte der Widerſtand des rundgeſchnittenen Glaſes nie 22,78 Gran ausmachen ſollen, wenn man nämlich nie vergeſſe, daß dieſer Widerſtand ſowohl mit ihrer Berührung nach Art der vollen Scheiben, als auch mit dem Vertikaldruck im Verhältniß ſtehen müſſe.

Was ſolle man ſich nun als Urſache eines Mißverhältniſſes denken, welches beynahe ein Drittheil der durch die Beoachtung angegebenen Größe betrage? Herr Morveau giebt ſie ſo an: Das rundgeſchliffene Glas habe vor den vollen Scheiben noch einen innern kreisrunden Rand voraus, welcher das Waſſer anziehe, und woran ſich dieſe Flüſſigkeit aus eben den Urſachen und auf eben die Art, wie an dem äußern, anhänge. Dieſe Erklärungsart ſcheint ihm ſo richtig, daß er die Behauptung wagt: eine Scheibe, welche aus lauter concentriſchen Rundungen mit ihren Rändern angemeſſenen Zwiſchenräumen gebildet wäre, würde nach den Umſtänden zwey und dreymal

ſo

ſo ſtark widerſtehen, als eine volle Scheibe vom Durchmeſſer der letzten Rundung. Daher müſſe auch die im Mittelpunkt ausgehöhlte Scheibe des Herrn du Tour, als die innere Oeffnung eines Cylinders betrachtet werden, deſſen Wände $2\frac{1}{8}$ Linien in der Dicke hätten; durch Verſuche ſey es aber bekannt, daß in Gleichgewicht gebrachte cylindriſche Gefäße ſich nach der größern oder geringern Dicke der Wände mehr oder weniger ins Waſſer verſenkten. Da nun die Rundung der Berührung eine neue Fläche darbiete, ſo dürfe man ſich nicht mehr über die ſtärkere Anziehung wundern, und man ſehe zugleich, daß der Vertikaldruck keinen Einfluß haben könne; denn ſonſt müßte die Wirkung mit der eingeſchränkten Fläche, in welcher er wirken könne, im Verhältniß ſtehen.

Die Kenntniß von der unmittelbaren Urſache dieſer beſondern Erſcheinung leite uns zur Auflöſung vieler andern Schwierigkeiten.

In einigen Verſuchen habe du Tour aus einer richtig angeſtellten Erfahrung ein falſches Reſultat gezogen; er habe vergeſſen, daß die Summe der Berührungspunkte ſich nicht bloß wie die Menge der Materie verhalte, welche von dem Umfange der Scheibe eingeſchloſſen werde, ſondern wie das Produkt aus der Menge mit den Stücken ihrer Oberfläche, welche mit den kleinſten Theilchen der Flüſſigkeit in Berührung kommen können. Wie konnte, frägt Morveau, ein Naturforſcher, der ſelbſt ſo oft das Anhängungsvermögen mit der chemiſchen Verwandtſchaft vergleicht, nicht einſehen, daß eben dieſe Wahlverwandtſchaft das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichts aufhebe? Das Waſſer ſcheine freylich auf Glas nicht ſtärker zu wirken wie auf Queckſilber; und doch wer-

de Glas ſtärker von ihm angezogen, weil es von ihm benetzt werde, aber nicht von dem Queckſilber.

Ferner ſage Herr du Tour: Wenn die Anziehung Urſache der Eintauchung ſey, ſo müßte ſie, bey gleicher Dicke der Röhren, beträchtlicher ſeyn, ſobald dieſe in keinem ſo hohen Grade Haarröhrchen ſind, und dickere Wände beſitzen. Hier habe nun du Tour völlig überſehen, daß es in dieſem Falle nicht auf die in der Entfernung wirkende Anziehung ankomme, welche die Mittelpunkte der Schwere gegen einander äußerten, ſondern auf die Wahlanziehung der Berührung, welche von einem viel höhern Grade ſey. Was alſo die Maſſe des Glaſes einer Röhre von dikkern Wänden an Anziehung der erſtern Art gewinne, das und noch viel mehr verliere ſie an Wahlanziehung durch die Abnahme der innern Berührung, welche ſich wie ihre Dicke verhalte.

Gegen den Einfluß des Drucks der Luftſäule auf die Adhäſion könnte ſogar die Eintauchung der Cylinder aus feſten Körpern zum Beweiſe dienen. Da nämlich dieſe, ohne an ſich ſelbſt durch Schwere zu wirken, eine Flüſſigkeit aus der Stelle treiben, deren ganze Maſſe dem Drucke der Luft ausgeſetzt ſey, ſo müſſe die Wirkung von einer dieſer ganz entgegengeſetzten Kraft abhängen.

Dem Seitendruck der Luft, welchen Herr du Tour noch als Nebenurſache außer dem vertikalen Drucke des Luftkreiſes annehme, widerſprächen ſchon die Geſetze der Hydroſtatik, vermöge welchen dieß Gewicht der flüſſigen Körper, nach Verhältniß der Säule, welche ſie drücke, beſtimmt werde. Da nun im gegenwärtigen Falle die Säulen gleich groß geweſen wären, ſo ſey kein Grund vorhanden, warum der Druck der einen

einen größer als der der andern ſeyn ſollte, und alles müſſe im Gleichgewichte bleiben, bis eine fremde Kraft hinzukomme.

In dem Verſuche n. 5. müſſe die Glasſcheibe nicht nur das Waſſer berühren, ſondern auch die Oeffnung des Cylinders, in welchem das Waſſer enthalten ſey; dieſes ſey die weſentliche Bedingung, ohne welche unmöglich alle Mitwirkung der Luft völlig aufhören könne. Nun möchten aber die Wände des Gefäßes noch ſo dünn ſeyn, ſo finde immer Anhängung zwiſchen zwey Gläſern ſtatt; eine Anhängung, die, wie man wiſſe, ſehr ſtark ſey, ſobald beyde Gläſer geſchliffen, und überdieß noch benetzt wären.

Die letzte und ſchwierigſte Frage, welche noch zu unterſuchen ſey, betreffe den Zuſammenhang der Theile der Flüſſigkeit, und den Antheil, welchen dieſe Kraft an der Wirkung haben könne, wenn der feſte Körper einige Theile der Flüſſigkeit losreiſſe. Herr Achard habe ſchon vermuthet, das Zuſammenhängungsvermögen könne einen merklichen Einfluß auf den Widerſtand haben, welcher ſich der Trennung der Theile entgegenſetze; er habe alſo ſeine Berechnungen dieſer Vorausſetzung gemäß eingerichtet; ſey aber endlich auf das Reſultat geführt, daß die mit den Berührungspunkten im Verhältniß ſtehende Anhängung als einzige Urſache des Widerſtandes zu betrachten ſey. Von der andern Seite behaupteten die Herren du Tour und Beſile, daß die Trennung in den Theilen der Flüſſigkeit ſelbſt vorgehe, ſobald der feſte Körper benetzt werde; daß man alsdann nur den Zuſammenhang dieſer Theile unter einander meſſe. Nach Morveau's Meynung ſind dieſe Behauptungen von beyden Seiten zu allgemein genommen, und daher ge-

wagt. Herr Morveau ſucht ſie daher auf diejenigen Fälle einzuſchränken, in welchen ſie wahr ſind, um den Beobachtungen dieſer Art dadurch ein weiteres Feld zu öffnen, und zugleich ihre Folgen zu ſichern.

Der Zuſammenhang der Theile einer flüſſigen Materie unter einander ſey entweder weit ſtärker, als ihre Anhängung an einen gegebenen feſten Körper, oder weit ſchwächer, oder beynahe gleich. In dem erſten Falle erhalte, wie man leicht einſehe, der Widerſtand keine Zunahme der Cohäſion. Dieſes ſey das Verhältniß zwiſchen Queckſilber und Glas, Marmor, überhaupt Metalle, die es nicht benetze; das Queckſilber ſey gegen die Metalle nur flüſſig, in ſo fern es das Vermögen beſitze, ſich an die Oberfläche anzuhängen; es trenne ſich von ihnen wie ein feſter Körper, ohne von ſeiner Subſtanz etwas zurückzulaſſen.

In dem zweyten Falle, wo die Cohärenz ungleich ſchwächer ſey, könne man die Kraft der Adhärenz nicht einmal durch Annäherung berechnen. Wenn die erſtere 50 Gran, und die zweyte 100 Gran betrage, ſo begreife man, daß die Trennung erfolgen werde, ſobald das Becken der Gegengewichte mit 50 Gran belegt werde, und alſo weit eher, als man ſich der Gewichtsſumme genähert habe, welche in der That die Kraft des Anhängens ausmachen würde. Hiezu komme noch, daß der Theil der flüſſigen Materie, womit der feſte Körper benetzt werde, um ſo viel kleiner werde, je ſchwächer der Zuſammenhang der Theile der flüſſigen Materie ſey, oder wenigſtens nach dem zuſammengeſetzten Verhältniſſe dieſes Zuſammenhangs und der Dichtigkeit größer oder kleiner werde. Denn man laſſe, wie Herr du Tour bemerke, einen Tropfen Waſſer auf eine ſchiefliegende Spiegelglas=

glasfläche rollen, ſo fließe der Tropfen ſchnell bis an das Ende; aber hier bleibe ein Theil durch die Berührung hangen, und der übrige Theil werde durch die Cohärenz zurückgehalten.

Dieſe Erklärungsart berichtige zugleich einige Erſcheinungen, die ſich in den Achard'ſchen Tabellen angegeben finden, und welche ſich von den bekannten Verwandtſchaften zu entfernen, oder vielmehr zu beweiſen ſchienen, daß die Geſetze der Adhäſion und der Verwandtſchaft nicht von einer und derſelben Urſache abhiengen. Man wiſſe z. B., daß Siegellack in Weingeiſt auflöslich ſey, vom Waſſer hingegen nicht angenommen werde, und doch betrage das Anhängungsvermögen zwiſchen Waſſer und Siegellack 92 Gran, und zwiſchen Weingeiſt und Siegellack nur 53¾ Gran. Berechne man die gegenſeitigen Dichtigkeiten, ſo hätte die Anhängung bis auf 77,46 Grad ſteigen müſſen, wenn man die Verwandtſchaften auch nur für ſich gleich ſtark annehme. Hier habe ſich ohne Zweifel die geiſtige Flüſſigkeit mit einer ſolchen Leichtigkeit von dem Theil losgemacht, mit welchem ſie in Berührung geſtanden, daß man die wahre Stärke der Anhängung gar nicht genau angeben könne.

Man würde ſich alſo ſelbſt irre führen, wenn man annähme, daß das Anhängungsvermögen aller Flüſſigkeiten nach der gewöhnlichen Methode beſtimmt werden könne, und man könne nur mit vieler Behutſamkeit und unter großen Einſchränkungen Beobachtungen gelten laſſen, welche Flüſſigkeiten von einer ſo großen Flüchtigkeit und Ausdehnbarkeit betreffen, daß man aus dem Daſeyn eines ſehr feinen Grundſtoffs auf eine Beſchaffenheit der kleinſten Theile, welche nur wenig Berührungspunkte zulaſſe, mit Recht ſchlie-

ſchließen könne. Man müſſe wenigſtens den innern Zuſammenhang der Theile genau kennen, ehe man im Stande ſey, den Erklärungsgrund jeder Erſcheinung mit Gewißheit anzugeben.

Ganz anders hingegen verhalte es ſich im dritten Falle, wo der, obgleich immer noch ſchwächere Zuſammenhang der Theile, ſich doch einiger Maaßen dem Anhängungsvermögen nähere. Der feſte Körper bleibe freylich benetzt, und ein Theil der Flüſſigkeit werde von der Maſſe getrennt; aber hieraus fließe die Folgerung noch nicht, daß die zur Trennung angewandte Kraft nicht größer ſey, als zur Ueberwindung des Zuſammenhangs erfordert werde. Setzte man dieſe Folgerung als richtig voraus, ſo müßte die nämliche Flüſſigkeit allen feſten Körpern, welche ſie benetze, gleich ſtark widerſtehen. Und doch ſeyen die Unterſchiede, welche ſich bey dieſen Verſuchen fänden, ſo groß und ſo beſtändig, daß man ſie unmöglich für Abweichungen halten könne, welche durch ſchlechte Inſtrumente, oder Mangel an Genauigkeit veranlaßt würden. Es ſey alſo ausgemacht, daß ſich in dieſen Verſuchen eine der Cohäſion völlig unähnliche Kraft zeige, welche ſich durch Vergleichung beſtimmen laſſe, und dieſe Kraft liege nicht in der Schwere der Flüſſigkeit, welche die Scheibe mit ſich fortreiſſe; denn die Menge dieſer Flüſſigkeit bleibe ſich faſt in allen Verſuchen gleich. Selbſt bey den Metallen, welche ſich mit dem Queckſilber amalgamiren, finde ſich kein Verhältniß zwiſchen der unbedeutenden Gewichtszunahme und dem großen Widerſtande, welcher ſich der Trennung entgegenſetze.

Man werde die Frage aufwerfen: wie ſich die Flüſſigkeit trennen, und ihre Anhängung am feſten Körper

per aufgehoben werden könne? Es ſey allerdings ſchwer, dieſe Frage ſtreng zu beantworten; aber außerdem, daß eine Reihe von Beobachtungen die Möglichkeit dieſer Erfahrung darthue, ſo laſſe ſie ſich noch auf verſchiedene andere Weiſen begreiflich machen.

Man bringe zwey gewöhnlich geſchliffene Spiegelglasflächen über einander, ſo werden ſie ein ziemlich ſchwaches Anhängungsvermögen äußern; man befeuchte ſie, und ſuche ſie hernach in einer auf ihrer Ebene völlig ſenkrechten Linie von einander zu entfernen; ſo wird man nicht nur einen beträchtlichen Widerſtand wahrnehmen, ſondern der Widerſtand wird ſo groß ſeyn, daß er den Zuſammenhang des Waſſers, man berechne ihn wie man will, weit übertrifft. Dieſe Erſcheinung findet ſtatt, wenn die Lage des dazwiſchen liegenden Waſſers ſo dünne als möglich iſt.

Morveau nahm zwey rund geſchnittene Glasſcheiben von 36 Linien im Durchmeſſer und legte ſie genau über einander; die Adhäſion war nur 13 Gran ſtark. Er brachte nun einen einzigen Tropfen über die erſte Scheibe, und dehnte ihn dermaaßen aus, daß er die ganze Oberfläche bedeckte. Hierauf legte er die zweyte Scheibe darüber, und nun mußte er ſich, ſtatt einer Goldwage, einer ſtarken Wage bedienen, um die Adhäſion zu meſſen. Die Glasplatte, welche 10 Unzen wog, wurde weggenommen; er belaſtete die Ränder, und ſetzte immerfort Gegengewichte zu. Nun erfolgte die Trennung erſt nach 41 Unzen $7\frac{1}{8}$ Drachmen Gegengewicht.

Ein andermal brachte er, anſtatt eines einzigen Waſſertropfens eine ſo große Menge Waſſer zwiſchen beyden Glasſcheiben, daß ſich eine Schicht von $\frac{1}{10}$ Linie in der Dicke bilden konnte, ſo daß ſich die

Schei-

Scheiben ſehr leicht auf einander fügten. Hier waren 8 Unzen 1 Drachme 39 Gran hinlänglich, um den Widerſtand zu überwinden.

Wollte man nun berechnen, wie groß der Widerſtand einer Scheibe von 36 Linien im Durchmeſſer ſeyn würde, wenn man ſie mit einer gegebenen Maſſe Waſſer in Berührung brächte, und man wüßte, daß eine Scheibe von 18 Linien im Durchmeſſer 91 Gran zum Gegengewicht erforderte, ſo würde man das Gegengewicht = 364 Gran finden; denn 324 : 1296 = 91 : 364. Daraus folge, daß der Widerſtand im erſten Verſuche 66mal, und im zweyten beynahe 13mal größer ſey. Man könne unmöglich vermuthen, daß die Kraft, welche die kleinſten Theile des Waſſers unter ſich verbunden halte, ſo großen Abweichungen unterworfen ſeyn könne, und doch gehe die Trennung in der Lage des Waſſers ſelbſt vor; dieſes zeige ſich beſonders in dem zweyten Verſuche. Es ſey alſo erwieſen, daß die Wirkung, welche man für die Kraft des Zuſammenhangs halte, verſchieden ſeyn müſſe, je nachdem die Berührungskraft der Flüſſigkeit, welche durch die feſten Körper, die ſie berühre, gebrochen werde, ſtärker oder ſchwächer ſey.

Mache man ſich die Vorſtellung, als ob der flüſſige Cylinder über der Fläche der Maſſe hienge, wie ein Bündel, das aus verſchiedenen Fäden kleiner, ſenkrechter unter einander gerührten Kügelchen beſtände, ſo könne man ſich einen Begriff davon machen, wie ſehr die Kraft des Zuſammenhangs nach der Anhängungskraft am feſten Körper abzuweichen ſcheinen würde; denn geſetzt, die Anzahl der Fäden wäre = 100, geſetzt, die feſte Scheibe A von dem nämlichen Durchmeſſer könnte nur die Berührung von 50

dieſer

dieſer Kügelchen aufnehmen, die feſte Scheibe B hingegen nehme 80 an; ſo werde offenbar die Trennung, welche immer in der Flüſſigkeit vor ſich gehe, bey der Scheibe A ſchneller erfolgen, oder eine geringere Kraft erfordern, als bey der Scheibe B; denn, wenn man gleiche Gewichte anwende, um dieſe Scheibe loszumachen, oder, welches gleich viel ſey, wenn der überhangende Waſſercylinder gleich hoch ſey, ſo werde ſich der Druck, welchen die benachbarten Küchelchen von den an den feſten Körper ſtoßenden erleiden, umgekehrt verhalten, wie die Anzahl der Kügelchen, die mit dem feſten Körper in unmittelbarer Berührung ſtehen, und alſo werde die Kraft, welche im erſten Falle bemüht ſey, die ganze Maſſe des Cylinders von dieſen Kügelchen zu trennen, und die geradezu gegen die Kraft des Zuſammenhangs wirke, ſich zu der nämlichen Kraft im zweyten Falle verhalten = 50 : 20. Nun laſſe es ſich auch leicht erklären, warum die Scheibe nach geſchehener Trennung allenthalben gleichförmig benezt erſcheint; es ſey dieß eine zweyte Wirkung der Anziehung, welche ſich mit der Erſcheinung vergleichen laſſe, die man bey jeder zähen Materie beobachten könne; wenn man nämlich eine ſolche Materie von dem größten Theil der Maſſe, mit welcher ſie verbunden war, los mache, ſo ſteige ſie von ſelbſt wieder in die Höhe, und ſetze ſich in ein Gleichgewicht zwiſchen dem Zuſammenhang ihrer eigenen Theile und der Adhäſion an dem Körper, welchen ſie berühre.

Hieraus zieht nun Morveau den Schluß, daß die Taylor'ſche Methode richtig ſey; daß ſie wirklich die Adhäſionskraft meſſe, und zwar unabhängig von allem Drucke der Luft; daß man durch ſie die Kraft genau

genau und rein für ſich beſtimmen könne, ſo oft der feſte Körper nicht benetzt bleibe; daß die Reſultate des Verſuchs, ſelbſt in den Fällen, wo die Anhängung des flüſſigen Körpers am feſten ſtärker ſey, als der Zuſammenhang der Theile der Flüſſigkeit unter einander, noch immer als Verhältniſſe betrachtet werden könnten, welche die Anhängungskraft ziemlich genau angäben; daß man dieſe Verhältniſſe ſelbſt bey Flüſſigkeiten, welche die feſten Körper auflöſeten, entweder durch gegenſeitige Anlegung der Oberflächen, oder nach der du Tour'ſchen Methode beſtimmen könne; daß die Abweichung dieſer Kraft nur von der Menge der Berührungspunkte, und von der Beſchaffenheit der kleinſten Theilchen abhienge; daß endlich alle dieſe Wirkungen viel Aehnlichkeit mit den Verwandtſchaften beſäßen, daß ſie vermuthlich mit dieſen letztern von der nämlichen Urſache abhiengen, und daß ihre genaue Beobachtung und Vergleichung uns auf die nähere Beſtimmung der Verwandtſchaftsverhältniſſe führen müſſe.

Herr Morveau hat zwar den Gegenſtand über das Anhängen der flüſſigen Materien an feſte Körper mit vieler Würde behandelt; allein einige ſeiner angenommenen Sätze ſind bey weitem noch nicht erwieſen; der eine, daß nämlich die verſchiedenen Grade der Adhäſion von der Beſchaffenheit der kleinſten Theilchen der Materie abhangen, gründet ſich auf die atomiſtiſche Phyſik, und wird daher poſtulirt, bleibt alſo unerwieſen; auch der Satz, daß vielleicht die Adhäſion mit den ſo genannten Verwandtſchaften auf einerley Grunde beruhen, und die Adhäſionsverhältniſſe die Verwandtſchaftsverhältniſſe ausdrucken möchten, ſcheint ſelbſt in der Erfahrung noch vielen Zwei-

feln

feln ausgeſetzt zu ſeyn, obgleich viele Beobachtungen zu dem Schluſſe zu berechtigen ſcheinen, daß die Adhäſion eines feſten Körpers mit einer flüſſigen Materie nicht anders ſtatt finden könne, als wenn der eine Beſtandtheil des feſten Körpers eine Verwandtſchaft mit der flüſſigen Materie beſitzt. Wenn aber die flüſſige Materie mit dem feſten Körper chemiſch verwandt iſt, ſo wird auch gewiß im Augenblicke der Berührung ſchon eine gegenſeitige Einwirkung erfolgen und an der Berührungsfläche eine neue Verbindung entſtehen müſſen, ſo daß man, nach der gewöhnlichen Methode, das Anhängungsverhältniß, ſo geſchwind man auch operiren mag, nicht zu beſtimmen vermögend iſt.

Herr Prof. Huth [f]) hat auch Verſuche über das Anhängen des Waſſers an verſchiedene Holzarten angeſtellt. Er bediente ſich hierzu Würfel von 1 rheinländiſchen Cubikzoll, ließ dieſelben vorher 24 Stunden lang unter Waſſer eingetaucht, damit während des Verſuchs kein Waſſer mehr vom Holze eingeſogen werde. Hierauf wurden die ſo durchnäßten Würfel in der Luft ſo weit abgetrocknet, daß kein anhangendes Waſſer auf der Oberfläche ſichtbar war. Das Waſſer ſelbſt, deſſen er ſich beym Verſuche bediente, hatte eine Temperatur von 14 Grad nach Reaumür mit Queckſilber. Seine Reſultate waren dieſe:

Holzarten.	Stärke des Anhängens an eine Quadratzollfläche.	
	Geſägte Fläche.	Gehobelte Fläche.
Kienenholz	56 Gran	51 Gran
Eichenholz	52 -	52 -
Elſenholz	53 -	53 -

Weiß=

f) Gren's neues Journal der Phyſik. B. III. S. 299. f.

Holzarten.	Stärke des Anhängens an eine Quadratzollfläche. Geſägte Fläche.	Gehobelte Fläche.
Weißbuchenholz	56 Gran	54 Gran
Pflaumenholz	55 -	55 -
Birnbaumholz	50 -	50 -
Nußbaumholz	53 -	53 -
Maulbeerholz	54 -	53 -
Fliederholz	53 -	52 -
Türkiſch Fliederholz	51 -	53 -

Berechnet man aus dieſer Tabelle, wie ſtark ein rheinländiſcher Quadratfuß Seitenfläche dieſer Holzarten mit dem Waſſer zuſammenhange, ſo ergiebt ſich, daß man die Stärke, womit das Waſſer ſich an die verſchiedenen Holzarten bey einer rheinländ. Quadratfußfläche hängt, ohne die größte Schärfe anzunehmen, auf 1 Pfund ſchätzen kann, wenn der Satz als ausgemacht angenommen werden kann, daß ſich die Adhäſion wie die Berührungsfläche verhält.

Was die Phänomene der Haarröhrchen betrifft, ſo hat man ſeit Weitbrecht's ſchätzbaren Erfahrungen faſt allgemein angenommen, daß die Länge der Haarröhrchen keinen Einfluß auf das Aufſteigen der Flüſſigkeiten in denſelben habe. Vor einigen Jahren hat aber der Herr von Arnim [g]) Verſuche hierüber mit aller nur möglichen Sorgfalt angeſtellt; er verkürzte nicht die Röhre durch tieferes Eintauchen in die Flüſſigkeit, ſondern durch Abbrechen. Ihre Länge und den Stand der Flüſſigkeit trug er mittelſt eines Zirkels auf eine Skale. Die Reſultate ſeiner Verſuche ſind dieſe:

Länge

g) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IV. S. 376.

Länge der Glasröhren. Zoll.	Linien.	Höhe des Waſſers darin. Zoll.	Linien.
5	7	1	10,1
4	11	1	9,9
4	1	1	9,7
3	7	1	9,5
2	5	1	9,3
1	9	1	7,3

Länge der Glasröhren in Linien	Höhe des Waſſers darin in Linien
28	21,9
25	20,9
21,5	16,9
19	15,5
18,9	14,6
15	10,4
10,4	9

Dieſe Verſuche entſchieden dem Herrn von Arnim für die Meynung, daß die Länge der Haarröhrchen auf den Stand der Flüſſigkeit einen merklichen Einfluß habe.

Endlich unterſuchte auch der Herr Profeſſor Hällſtröm h) zu Åbo die noch ſtrittige Frage, ob das Waſſer in längern Haarröhrchen höher als in kürzern hinauſtrete? Herr Hällſtröm meint, der ganze Streit ſcheine von der Art, wie die Verſuche angeſtellt ſind, herzurühren, und könne vielleicht auf folgende Art gehoben werden.

Muſſchenbroek ſey bey ſeinen Verſuchen bemüht geweſen, die Haarröhrchen, nachdem das Waſ-
ſer

h) Diſſertat. phyſica examinans: an aqua in tubis capillaribus altius, quam in brevioribus aſcendat. Aboe 1802.

ſer in ihnen aufgeſtiegen war, wieder leer zu machen. Daher brachte er ſie an den Mund und ſog das Waſſer aus, ſchnitt darauf das obere Ende ab, und tauchte das untere wieder ein. Der Herr von Arnim verſichere zwar, alle Sorgfalt bey ſeinen Verſuchen angewendet zu haben, ſage aber nicht, wie die Röhre vor jedem Verſuche ausgeleert worden ſey, und da ſeine Verſuche mit den Muſſchenbroek'ſchen übereinſtimmten, ſo habe er ſich wahrſcheinlich auch der Methode des Ausſaugens bedient. Dieß Saugen nun ſey der Grund geweſen, daß das Waſſer in längern Röhren höher, als in kürzern ſtieg; denn es ſey unvermeidlich, daß beym Saugen Luft aus dem Munde in die Röhre trete; dieſe Luft ſey mit Dämpfen gemiſcht, und wärmer als die Röhre ſelbſt; die Dämpfe würden verdichtet, und hiengen tropfbar an den Wänden der Röhre. Da nun dieſe Flüſſigkeit oft mit öligen fettigen Theilen gemiſcht ſey, ſo dürfe es uns nicht wundern, wenn das Waſſer nach dem Saugen nicht mehr zu derſelben Höhe aufſteige. Zwar könnte man ſich hiergegen auf Muſſchenbroek's erſten Verſuch berufen, wo das Waſſer in derſelben Röhre vor und nach dem Saugen zu gleicher Höhe ſtieg; allein dieß könne wohl zuweilen eintreffen, wenn die Röhre gleiche Wärme mit den Dämpfen beſitze, doch werde das Gegentheil häufiger ſeyn.

Es wurde eine reine trockene Röhre von weißem Glaſe, an beyden Seiten offen, deren innerer Durchmeſſer 0,2 ſchwed. Linien hatte, mit dem einen Ende in reines Waſſer von + 18 Celſ. Thermometer ſenkrecht getaucht, ſo daß ſie nur die Waſſerfläche berührte. Als nun das Waſſer in ihr bis zu der größten

Höhe

Höhe geſtiegen war, zog er das Haarröhrchen heraus, wobey das Waſſer in ſelbigem ſtehen blieb. Darauf wurde der obere Theil mit einer Feile abgeſchnitten, die Röhre aufs neue eben ſo wie vorhin eingetaucht, und dann wiederum die größte Höhe gemeſſen, bis auf welche die Flüſſigkeit in ihr ſtieg. Dieß gab die folgenden Reſultate:

Länge des Haarröhrchens in ſchwed. Linien	71;	60;	50;	40;	30;	20
Höhe d. Waſſers in ſchw. Linien	11,5;	12;	11,7;	11,7;	11,7;	11,8

Mit Enden deſſelben Haarröhrchens wurden ähnliche Verſuche, nur mit dem Unterſchiede angeſtellt, daß das Waſſer jedesmal, wenn man von dem obern Theile etwas abſchnitt, durch heftiges Klopfen herausgebracht wurde. Dieſe Verſuche gaben folgendes:

Länge der Röhre	80;	70;	60;	50;	40;	30;	20;	12‴
Höhe d. Waſſers	11,6;	11,6;	11,7;	11,7;	11,5;	11,6;	11,7;	11,7‴

Ein anderes Ende dieſer Röhre, das, ſo oft man es abſchnitt, ausgeſogen wurde, gab dieſe Reſultate:

Länge der Röhre	60;	50;	40;	30;	20;	10‴
Höhe des Waſſers	11,7;	9;	8;	7,6;	6,2;	6;‴

Aus dieſen Verſuchen erhellte es, daß die Höhe des Waſſers nicht wegen der Verkürzung der Röhre abnehme. Die kleinen Abweichungen ſeyen wohl dem beyzumeſſen, daß man es nicht vermeiden könne, die Röhre etwas mehr oder weniger als $\frac{1}{2}$ Linie einzutauchen.

Hamberger's Erklärung des Phänomens (Th. IV. S. 68.), daß das Queckſilber im Haarröhrchen niedriger, als im Gefäße ſtehe, in welchem es eingetaucht iſt, befriedigte Herrn Gren [i]) nicht; er ver-

i) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 167. 2.

verſuchte daher, eine andere zu geben: Man könnte ſich nämlich vorſtellen, daß das Queckſilber rund um das Haarröhrchen herum aus lauter Säulen beſtehe, die die Grundfläche des Haarröhrchens haben, und die alſo bey gleicher Höhe mit einander im Gleichgewicht ſind. Nun ſey aber zur Trennung der Queckſilbertheilchen, die in das Haarröhrchen aufſteigen ſollten, ein Druck nöthig, welcher durch die über kl (fig. 7.) liegende Schicht bewirkt werde, welche er die Druckſchicht nennt, und die man ſich von gleicher Grundfläche mit der im Haarröhrchen befindlichen denken könne und nach hydroſtatiſchen Geſetzen annehmen müſſe. Je kleiner nun der Durchmeſſer des Haarröhrchens ſey, deſto kleiner werde die Grundfläche der darein getretenen Queckſilberſäule ſeyn; folglich deſto höher wieder die äußere benachbarte Druckſchicht von gleicher Grundfläche ſeyn müſſen, um durch einen gleichen Druck das Queckſilber in dem Zuſammenhange zu zertheilen, der das Eindringen deſſelben in das Haarröhrchen hindere. Sey der Durchmeſſer des Haarröhrchens noch einmal ſo klein, ſo ſey die Grundfläche viermal kleiner, folglich müßte die Höhe einer auswendigen Druckſchicht lf, fg, von gleicher Grundfläche, viermal höher ſeyn, um ein gleiches Gewicht zu haben. Aber bey dem halb ſo großen Durchmeſſer werde die Peripherie nur halb ſo groß, folglich auch die Menge der zu trennenden Queckſilbertheile halb ſo groß ſeyn; die Trennung des Zuſammenhangs der letztern ſey aber das Hinderniß des Aufſteigens, folglich müßte der Widerſtand hier nur halb ſo groß ſeyn, und das Queckſilber müßte durch gleichen Druck noch einmal ſo hoch hineindringen. Es wären dieſemnach die Höhen des Queckſilbers auswendig in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe, nämlich

lich des umgekehrten des Quadrats der Diameter und des geraden der Diameter der Haarröhrchen, folglich verhielten ſie ſich umgekehrt, wie die Diameter der Haarröhrchen.

Der Herr Casbois zu Metz wurde ſogar durch einen eigenen Verſuch verleitet, zu behaupten, daß das Queckſilber in Haarröhrchen nur deßwegen nicht über das Niveau des Queckſilbers im Gefäße aufſteige, weil gewöhnlich das Queckſilber von aller wäſſerigen Feuchtigkeit nicht frey ſey. Herr Haüy glaubte daher, daß auch das Queckſilber in Haarröhrchen aufſteigen werde, wenn man es ganz frey von Feuchtigkeit mache. Um nun dieſe ſonderbare Behauptung, welche der bisherigen Beobachtung ganz entgegen war, zu prüfen, ließ Milton reines Queckſilber in einem Kolben eine Viertelſtunde lang kochen, erhitzte zugleich ein Haarröhrchen bis zum Glühen, und brachte das nunmehr gewiß waſſerfreye Haarröhrchen in das trockene Queckſilber. Es blieb aber in dem Haarröhrchen eben ſo tief unter dem Niveau der Queckſilberfläche, als zuvor. Casbois mußte ſich alſo geirrt haben.

Auf den Zuſammenhang der Theile eines Körpers unter einander gründen ſich, wie bereits in den erſten Theilen dieſer Schrift (Bd. I. S. 285. Bd. II. S. 288. Bd. IV. S. 31 f.) angegeben iſt, beſondere Eintheilungen der Körperarten, nämlich die Eintheilung in feſte und flüſſige Körper. Bisher hatte man allgemein geglaubt, daß ſich flüſſige Körper von feſten, oder beſſer, ſtarren Körpern, bloß wegen des geringen Zuſammenhangs ihrer Theile unterſchieden. Allein Kant hat ganz richtig bemerkt, daß der Hauptcharakter einer flüſſigen Materie nicht darin beſteht, daß ihre Theile mit einer ſehr geringen Kraft

zuſammenhangen, ſondern vielmehr darin, daß ihre kleinſten Theilchen nicht die mindeſte Reibung gegen einander äußern, mithin eben ſo beweglich ſind, wie im leeren Raume, welches bey feſten Körpern nicht der Fall iſt. Die Theile der flüſſigen Körper hängen ſtärker zuſammen, als man gemeiniglich glaubt; dieß beweiſet die Kugelgeſtalt, welche ſie annehmen, wodurch eben die Theile in das vollkommenſte Gleichgewicht, und hiemit in die größt mögliche Berührung unter ſich ſelbſt kommen. Eben wegen des ſehr ſtarken Zuſammenhangs der kleinſten Theile einer flüſſigen Materie läßt es ſich begreifen, warum ebene Platten, zwiſchen welchen nur eine geringe Waſſermenge gebracht iſt, ſo mächtig zuſammenhangen, da bey einer dicken Waſſerſchicht der Zuſammenhang ungleich geringer iſt, wie Herr Morveau ſelbſt durch Verſuche gefunden hat.

Auch iſt man bisher der Meynung geweſen, daß die Möglichkeit der feſten Körper ganz allein auf dem Zuſammenhange ihrer Theile beruhe. Allein Kant erinnert dagegen wiederum ganz richtig, daß es unerklärbar bleibe, wie bey feſten Körpern die Theile beym Verſchieben ſo mächtig widerſtehen. Die Möglichkeit der feſten Körper erfordere alſo außer dem Zuſammenhange ihrer Theile noch einen andern Erklärungsgrund.

Als Grundurſache der Cohäſion nimmt Herr Hube [k]) das elektriſche Anziehen an; er ſagt nämlich: das elektriſche Anziehen ſcheint das allgemeine Anziehen zwiſchen den Theilchen aller Körper zu ſeyn, weil es ſich weder nach der Maſſe der Körper, noch

k) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 13.

noch nach der Dichtigkeit der Theilchen richte. Nach den Verſuchen des Herrn Cavallo ſollen alle Körper, obgleich nur unmerklich, beſtändig elektriſch ſeyn, und es wäre beynahe unglaublich, wie ſehr langſam eine ſehr ſchwache Elektricität ſich noch mehr verringere, wenn gleich der Körper, der ſie beſitze, nicht iſolirt, ſondern allenthalben mit Leitern umgeben wäre. Zwar ſtießen ſich die poſitiven und negativen elektriſchen Materien zurück; allein das Zurückſtoßen ſey allemal ſchwächer, als das Anziehen, und ſo würden auch die Theilchen der Körper bald ſchwächer bald ſtärker gegen einander angezogen, nach Beſchaffenheit der Vermiſchung beyder elektriſchen Materien in den Körpern. — Allein es bleibt auch hier noch immer unerklärbar, welche Urſache den Zuſammenhang der erſten Grundkörperchen (nach atomiſtiſcher Vorſtellung) bewirke; und da wir überdem von der Urſache der Elektricität gar nichts wiſſen, ſo iſt auch dieſe Erklärung außer aller Wahrſcheinlichkeit.

Nach der dynamiſchen Lehre iſt die Materie nur durch zurückſtoßende und anziehende Kräfte möglich. Dieſe ſind alſo in Anſehung unſerer Erkenntniß abſolut nothwendig, und beweiſen die Möglichkeit einer begrenzten Sphäre. Allein in der Wirklichkeit iſt dieſe Grenze beſtimmt, und daß ſie ſo und auf keine andere Art beſtimmt iſt, beruht nicht auf Nothwendigkeit, ſondern iſt ganz zufällig, weil die beſtimmte Grenze einer Materie gar nicht mehr zur Möglichkeit einer Materie überhaupt erforderlich iſt. Indeſſen iſt doch dieſe Beſtimmung des Objekts und das Objekt ſelbſt mit dem Begriffe der Materie unzertrennlich verbunden. Damit wir alſo das Nothwendige von dem Zufälligen unterſcheiden können, ſo muß

jenes mit dieſem innig verbunden ſeyn. Hieraus folgt, daß die beſtimmte Grenze, die Größe des Objekts, bloß aus der Erfahrung erkannt werden kann. Nothwendig muß aber eine Urſache vorhanden ſeyn, welche die Materie auf eine gewiſſe Grenze beſchränkt, und dieſe nennt man die Cohäſionskraft, und ihre Wirkung, oder das allgemein anerkannte Phänomen, die Cohäſion oder den Zuſammenhang. Da aber die Cohäſionskraft verſchiedene Grade haben kann, ſo entſteht hieraus eine ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie. Weil folglich die Cohäſion der Theile der begrenzten Materie, und der Grad der Kraft, womit ihre Theile unter einander verbunden ſind, ganz als zufällig erſcheint, ſo iſt es wohl ein eitles Unternehmen, die Cohäſion oder die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie a priori abzuleiten. Daher kann die Cohäſionskraft nie als Grundkraft betrachtet werden.

Ueberhaupt läßt ſich wohl die Cohäſion in eine urſprüngliche und in eine abgeleitete Cohäſion eintheilen. Jene entſteht aus den verſchiedenen Graden des Zuſammentreffens der zurückſtoßenden und anziehenden Kräfte, und hieraus können ſchon verſchiedene Grade des Zuſammenhangs der Körpertheile unter einander entſtehen. Hierbey findet nun das allgemeine Geſetz der Gravitation ſtatt, vermöge deſſen alle Körper im Verhältniſſe ihrer Maſſen auf alle Körper anziehende Kraft ausüben. Allein bey ſolchen geringen Quantitäten von Materien auf unſerer Erde iſt die gegenſeitige Einwirkung der Anziehung derſelben durch die unendlich größere Anziehung der Erde aufgehoben und für uns unmerklich. Hieraus folgt alſo unläugbar, daß der Zuſammenhang der Theile, welche ſolche Körper unter

ein-

einander zeigen, nicht von der urſprünglichen Anziehung der Materie abgeleitet werden könne. Aller Zuſammenhang der Theile ſolcher Materien muß alſo nicht urſprünglich, ſondern abgeleitet ſeyn. Dieß beweiſen auch die Phänomene der Adhäſion, der freywilligen Bildung der Tropfen flüſſiger Materien u. ſ. f. eine Wirkung, die der Schwere offenbar entgegen iſt. Die abgeleitete Cohäſion gehört folglich nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt. Dieſe abgeleitete Cohäſion kann man füglich eintheilen in mechaniſche, chemiſche, und auch wohl organiſche. Die mechaniſche Cohäſion iſt eigentlich die ſo genannte Adhäſion. Bey dieſer iſt der Zuſammenhang eine bloße Folge der Figur der Körpertheilchen, und beruht ganz allein auf der wechſelſeitigen Reibung. Es giebt aber wohl wenig mechaniſche Cohäſionen, gewöhnlich wirkt noch zum Theil chemiſche Cohäſion mit. Der Ausdruck chemiſch wird aber hier in der allgemeinſten Bedeutung genommen, nämlich als ein Erfolg, welcher mit dem Uebergange eines Körpers aus einem Zuſtand in den andern verbunden iſt. So wirkt z. B. bey dem gewöhnlichen Mauermörtel Waſſer mit, welcher ſich nach einer Reihe von Jahren in einen felſenharten Körper verwandelt. Die chemiſche Cohäſion, von welcher nachher weiter geredet werden ſoll, findet allenthalben ſtatt, wo aus zwey verſchiedenen Materien eine dritte, als ein gemeinſchaftliches Produkt, entſteht. Organiſche Cohäſion endlich findet bey den Theilen organiſcher Körper ſtatt, und gründet ſich auf die Form dieſer Körper.

Herr Gren [1]), welcher noch kurz vor ſeinem Tode der dynamiſchen Phyſik Beyfall gab, behauptet,

1) Grundriß der Naturlehre. §. 123.

tet, daß eine weſentliche Grundkraft, die anziehende Kraft, den Zuſammenhang der Materien verurſache, und daß anziehende und Cohäſionskraft identiſch ſey. Er nimmt daher noch eine dritte weſentliche Kraft der Materie, nämlich die Schwerkraft, an. Allein dieß iſt offenbar irrig, weil ſich ſonſt der Zuſammenhang der Körpertheile unter einander wie die ſpecifiſchen Gewichte verhalten müßte. Ueberhaupt iſt dieſe Behauptung nicht allein dem, was bisher geſagt worden, ſondern auch aller Erfahrung entgegen.

Was die Elaſticität betrifft, ſo hat Kant zuerſt mit allem Rechte auf den Unterſchied der attraktiven und expanſibeln Elaſticität aufmerkſam gemacht; jene nämlich, um nach der Ausdehnung ihrer Theile den vorigen kleinern Raum, dieſe aber, um nach der Zuſammendrückung den vorigen größern Umfang wieder einzunehmen. Er hat bewieſen, wie bereits oben (S. 42.) angeführt iſt, daß alle Materie urſprünglich elaſtiſch iſt, denn eben die zurückſtoßende Kraft iſt die Elaſticität. Die Elaſticität kann aber ſowohl urſprünglich als auch abgeleitet ſeyn, und es iſt in jedem vorkommenden Falle ſchwer zu beſtimmen, von welcher Art ſie iſt. Die attraktive Elaſticität iſt jederzeit abgeleitet; denn ſie beruht auf der Cohäſion der Körpertheile unter einander.

Gren [m]) behauptet, daß attraktive Elaſticität nur bey feſten, expanſive hingegen nur bey flüſſigen Körpern ſtatt finde. Er will daher lieber das Wort Federkraft oder Springkraft (beſſer Contractilität) ganz allein bey den feſten Körpern, hingegen Elaſticität bloß bey flüſſigen Materien gelten laſſen. Allein die Er-

m) Grundriß der Naturlehre. §. 126.

Erfahrung lehrt, daß die flüſſigen Materien nicht allein expanſive, ſondern auch attraktive Elaſticität haben können. Denn die Waſſertheile eilen, ihr voriges kleinere Volumen einzunehmen, wenn ihnen der Wärmegrad, welcher ſie ausgedehnt hatte, benommen wird. Man kann hier nicht einwenden, daß keine äußere Kraft die flüſſigen Theile ausdehne, indem die Wärme eben ſo gut, wie eine äußere Kraft wirkt.

Gewöhnlich theilt man die flüſſigen Materien in tropfbar-flüſſige und elaſtiſch-flüſſige Materien ein. Herr Hube [n]) tadelt dieſe Eintheilung aus dem Grunde, weil allen flüſſigen Materien Elaſticität zukomme. Er nennt daher dieſe Eintheilung carteſianiſch, und vergleicht ſie mit der ariſtoteliſchen Eintheilung der Körper in natürlich ſchwere und natürlich leichte. Dieſer Tadel des Herrn Hube iſt zwar keinesweges ganz ungegründet; allein da es eben ſo wenig vollkommen elaſtiſche als unvollkommen elaſtiſche Materie giebt, und gleichwohl dieſe Eintheilung beym wiſſenſchaftlichen Vortrage ihren großen Nutzen hat, ſo kann auch die Eintheilung der beyden äußerſten Grade der Expanſionen in tropfbare und expanſible Flüſſigkeiten an ſich gar wohl beſtehen.

Von den expanſiblen Flüſſigkeiten hat ſich Herr de Lüc [o]) folgende Theorie entworfen. Nach ihm heißen ausdehnbare Flüſſigkeiten diejenigen, die man gewöhnlich elaſtiſche oder expanſible Flüſſigkeiten nennt. Er ſieht die Flüſſigkeit jederzeit als aus diskreten Flüſſigkei-

n) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. Vorr. S. XIII.

o) Neue Ideen über die Meteorologie, an verſchied. Stellen.

ſigkeiten zuſammengeſetzt an, welche fähig ſind, ſich in jedem freyen Raume auszudehnen, wenn ſie nicht einer andern Urſache, als ihrer ausdehnenden Kraft folgen.

Das ausdehnende Vermögen der ausdehnbaren Flüſſigkeiten entſpringt aus der Bewegung ihrer Theilchen, und die Kraft, welche dieſe Flüſſigkeiten gegen die Körper ausüben, aus Stößen. Bisweilen aber verlieren ſie durch dieſe Stöße entweder ihre ganze Bewegung, oder doch mehr oder weniger von ihrer Geſchwindigkeit. Daher müſſen die Stöße von deſto größerer Wirkſamkeit ſeyn, je größer der Raum iſt, welchen die Theilchen ſeit ihren letzten Stößen durchlaufen haben.

Statt der wechſelſeitigen Zurückſtoßung der Theile, welche einige Phyſiker, die ſie gleichfalls als diskret betrachten, für die Urſache ihrer Ausdehnbarkeit halten, gebraucht de Lüc lieber die Ausdrücke: erhaltene und erneuerte Bewegung der Theilchen; erhaltene, wenn ſie in ihrer Bewegung von nichts aufgehalten werden; erneuerte, wenn ſie dieſe, es ſey durch Stöße, oder indem ſie in die Zuſammenſetzung anderer Subſtanzen eingehen, verloren haben.

Dieſem zu Folge ſetzt de Lüc das Licht unter die ausdehnbaren Flüſſigkeiten, weil es dieſer Erklärung völlig entſpricht, indem ſeine Theilchen diskret ſind, und ihre Zerſtreuung in jedem freyen Raume von ihrer Bewegung herrührt.

Den Theilchen verſchiedener ausdehnbarer Flüſſigkeiten eignet er auch Bewegungen von verſchiedener Art zu, und verſteht darunter, daß ihre fortſchreitende Bewegung nach den Wegen, die von der gera-

den Linie auf verſchiedene Weiſe abweichen, geſchieht. Dieſe Unterſchiede machen einen weſentlichen Theil von den unterſcheidenden Kennzeichen der verſchiedenen Flüſſigkeiten aus. Herr de Lüc ſetzt noch hinzu, daß dieß nicht einfache hypothetiſche Geſetze ſeyen, indem es ſeinen Grund in den Phänomenen habe, auch finde jede von dieſen verſchiedenen Bewegungen ihre mechaniſchen Urſachen in dem Syſteme des Herrn le Sage.

Unter allen ausdehnbaren Flüſſigkeiten, welche wir unmittelbar durch unſere Sinne wahrnehmen können, iſt das Licht vermuthlich die einzige, welche wirklich elementariſch iſt. Alle andere ſind zuſammengeſetzte, die ohne Aufhören entſtehen und untergehen, und die meiſten phyſiſchen Phänomene ſind an dieſe Zuſammenſetzungen und Zerſetzungen gebunden.

Alle andere ausdehnbare Flüſſigkeiten, außer dem Licht, beſtehen aus einem unmittelbar fortleitenden Fluidum (fluide déférent), und einer mehr oder weniger ſchweren Subſtanz (ſubſtence purement grave). Das erſtere iſt das, was expanſibel macht, und vielleicht ſelbſt wieder zuſammengeſetzt. So iſt z. B. bey den Waſſerdämpfen der Wärmeſtoff das fortleitende Fluidum, der Wärmeſtoff ſelbſt aber aus einer eigenen Baſis und dem Lichte, als fortleitendem Fluidum, zuſammengeſetzt.

Atmoſphäriſche Flüſſigkeiten nennt de Lüc diejenigen, bey denen die Geſchwindigkeit ihres Falls zur Erde ein merkliches Verhältniß hat mit der Geſchwindigkeit ihrer eigenen Bewegung. Aus dieſer Urſache bleiben ſie an der Erde und bilden ihre Atmoſphäre. Diejenigen von dieſen Flüſſigkeiten, welche weder durch das Queckſilber noch durch das Glas dringen,

und

und daher die Barometerſäule nur von außen drucken, ſind die groben atmoſphäriſchen Flüſſigkeiten; ſie bilden das bekannte Gewicht der Säulen der Atmoſphäre und können ſogar gewogen werden. Es giebt aber noch andere weit zartere Flüſſigkeiten, ſo wie z. B. das Feuer und die elektriſche Materie, deren Gewicht uns noch nicht bekannt iſt, theils weil ſie wegen ihrer Feinheit unſern Wagen entgehen, und theils weil ſie noch durch andere in ihnen ſelbſt liegende Urſachen verhüllt oder verborgen werden.

Unter dieſen ausdehnbaren Flüſſigkeiten giebt es eine gewiſſe Claſſe, bey welcher die ſchwere Subſtanz mit dem fortleitenden Fluidum nur ſchwach verbunden iſt, mithin beyde durch bloßen Druck getrennt werden können, ſo wie ſelbſt das fortleitende Fluidum durch ſein bloßes Beſtreben nach Gleichgewicht dieſe ſchwere Subſtanz verlaſſen kann. Bey dieſen iſt auch ſelbſt die ausdehnende Kraft verhältnißmäßig deſto größer, je mehr fortleitendes Fluidum mit ihnen zuſammentritt. In dieſe Claſſe gehören die Dämpfe oder Dünſte.

Eine Aehnlichkeit mit den Dünſten zeigen die feinen Flüſſigkeiten: das Feuer und das elektriſche Fluidum. Bey dieſen ſind ebenfalls das fortleitende Fluidum und die ſchwere Subſtanz ſchwach unter einander verbunden, daher ſie auch durch Druck und Beſtreben nach Gleichgewicht zerſetzt werden. Auch wird ihre ausdehnende Kraft durch eine größere Menge fortleitenden Fluidums größer.

Noch giebt es unter den gröbern Flüſſigkeiten eine Claſſe, bey welcher das fortleitende Fluidum mit der ſchweren Subſtanz genauer verbunden iſt, und daher nicht mehr durch den bloßen Druck oder durch

Be-

Beſtreben nach Gleichgewicht zerſetzt werden kann, ſondern ſich nur durch chemiſche Mittel trennen läßt. Dieſe Flüſſigkeiten heißen permanent-elaſtiſche oder luftförmige, Luftgattungen. Aller Wahrſcheinlichkeit nach erhalten ſie ihre Permanenz durchs Hinzukommen einer dritten Subſtanz, woraus es alsdann begreiflich wird, wie ſich die gröbern Dünſte in Luft verwandeln können.

Wenn man dieſe Theorie des Herrn de Lüc genauer erwägt, ſo ſieht man leicht, daß ihre Hauptſätze auf willkührlichen Hypotheſen beruhen, die durch keine Erfahrung bewieſen werden können. Es iſt zwar nicht zu läugnen, daß manche unerwartete Aufſchlüſſe aus ihnen hergeleitet werden können; allein bey genauerer Betrachtung erhellet deutlich, daß ſie den Thatſachen ſelbſt ſchon angepaßt ſind.

Nach Herrn Gren's Vorſtellung p) zeigen die expanſibeln oder eigentlich elaſtiſchen Flüſſigkeiten ganz und gar keinen den Sinnen bemerkbaren Zuſammenhang ihrer Theile, und die anziehende Kraft ihrer Theile iſt durch die ſtärker wirkende abſtoßende Kraft derſelben gänzlich aufgehoben. Sie müßten vermöge dieſer überwiegenden expanſiven Kraft nach allen Seiten hin ohne Grenzen ſich verbreiten, wenn nicht Schwerkraft eigener Theile oder überwiegende Anziehungskraft fremder Stoffe dieß verhinderte, und ſo ihrer Expanſion Grenzen ſetzte. Er theilt die elaſtiſchen Flüſſigkeiten ein in an ſich expanſible, und durch Mittheilung oder Ableitung expanſible. Die erſtern, wie der Wärmeſtoff, beſitzen ihre

p) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 131. f.

ihre expanſive Elaſticität urſprünglich, wenigſtens kennten wir bey dem Wärmeſtoffe keine Subſtanz, und unſere Sinne zeigten uns auch keine, von der wir ſeine überwiegende Expanſivkraft ableiten könnten. Die Luftarten und Dämpfe hingegen beſäßen eine abgeleitete Elaſticität, und verdankten dieſelbe dem Wärmeſtoffe. Er unterſcheidet ferner rein expanſible und ſchwere expanſible Flüſſigkeiten. Bey den erſten, wie bey dem Wärmeſtoffe und Licht, folgen die Theile in ihrer Bewegung außer der Expanſivkraft, ſie ſey urſprünglich oder abgeleitet, keiner andern Grundkraft, und ſie verbreiten ſich von dem Orte aus, wo die abſtoßende Kraft ihrer Materie thätig zu werden anfängt, nach allen Richtungen hin mit gleicher Leichtigkeit, und nur die ihrer Expanſivkraft entgegen wirkende Anziehung anderer Grundſtoffe kann der Verbreitung derſelben ins Unendliche Grenzen ſetzen. Dieſe rein elaſtiſchen Flüſſigkeiten heißen auch ſtrahlende. Zur leichtern geometriſchen Conſtruktion der Begriffe bey der Erklärung der Erſcheinungen der rein expanſiblen Flüſſigkeiten ſey es zwar erlaubt, ſich die Verbreitung derſelben in Strahlen und als diskreter Theilchen in geraden Linien vorzuſtellen; aber in der Wirklichkeit ſey dieſe atomiſtiſche Vorſtellungsart durch nichts erwieſen. Vielmehr erfüllten ſie, wie alle Materien, auch bey der größten Dünne ihren Raum mit Continuität. Die ſchweren expanſiblen Flüſſigkeiten, wie die Luftarten und Dämpfe, beſitzen alle eine expanſive Elaſticität.

Dieſe Theorie des Herrn Gren iſt ſehr vielen Zweifeln ausgeſetzt, und mit der dynamiſchen Phyſik unvereinbar. Die Eintheilungen, welche er von den expanſiblen Flüſſigkeiten gegeben hat, ſcheinen mit

mit ſich ſelbſt nicht beſtehen zu können. Nach meiner Meynung hat es hiemit folgende Bewandtniß: nach der dynamiſchen Phyſik läßt ſich keine Materie ohne abſtoßende und anziehende Kraft denken; bey der Vorſtellung der Materie muß alſo nothwendig anziehende und zurückſtoßende Kraft zugleich gedacht werden. Daher iſt alle Materie expanſiv, und der Unterſchied der größern und geringern Expanſion liegt nicht in der Mittheilung, ſondern bloß in den unendlich verſchiedenen Graden der Expanſivkraft; hiermit wird aber gar nicht geläugnet, daß die Expanſion durch die Einwirkung einer andern expanſiven Kraft mehr Leben oder Wirkſamkeit erhalten könne, und in dieſer Rückſicht als abgeleitet betrachtet werden müſſe. Es würde aber offenbar zu leeren Begriffen führen, wenn man mit Herrn Gren die expanſiblen Flüſſigkeiten in an ſich expanſible und durch Mittheilung oder Ableitung expanſible eintheilen wollte, indem hieraus nothwendig folgen müßte, daß es Materien gebe, welche gar keine Expanſivkraft beſäßen, ſondern dieſe erſt durch Mittheilung von andern Materien erhielten, welches ſelbſt den Grundſätzen des Herrn Gren entgegen wäre, da er ſelbſt zum Weſen der Materie zurückſtoßende Kraft annimmt. Ueberhaupt iſt es auch nach richtigen Principien unmöglich, einer Materie Expanſion mitzutheilen, wenn ſie dieſe nicht ſchon urſprünglich hat. Es iſt alſo irrig, wenn Gren ſagt, daß die Luftarten und Dämpfe ihre Expanſibilität allein dem Wärmeſtoffe zu verdanken hätten; jene haben nur in ſo fern dem Wärmeſtoffe ihre Expanſibilität zu verdanken, in ſo fern ihre urſprüngliche Expanſibilität dadurch mehr Wirkſamkeit erlangt, und in ſo fern iſt ſie nun auch abgeleitet. Ferner iſt aber auch ohne Anziehungskraft keine Materie

terie möglich, weil ſie ſich durch Abſtoßung ihrer Theile ins Unendliche zerſtreuen, und in einem anzugebenden Raume gar nicht anzutreffen ſeyn würde, wofern ihr nicht die Anziehungskraft Schranken ſetzte. Wenn alſo nach Gren's Meynung die rein expanſible Flüſſigkeit der Expanſivkraft allein folgte, ſo würden wir nirgends eine ſolche Flüſſigkeit antreffen können, wofern nicht eine Anziehungskraft entgegenwirkte. Wir würden daher unmöglich Wärmeſtoff und Licht ſammeln, vermehren und vermindern können, welches doch alles der Erfahrung völlig entſpricht, wenn jene Stoffe allein der Expanſivkraft folgten. Zwar ſagt Gren, daß die Anziehung anderer Materie der Verbreitung der rein expanſiblen Flüſſigkeiten ins Unendliche Schranken ſetze; allein auch dieß iſt unmöglich, wenn nicht die Materie urſprüngliche Anziehung hat. Die Eintheilung der Flüſſigkeiten in rein expanſible und ſchwere expanſible gründet ſich auf die irrige Vorſtellung, welche ſich Gren von der Schwerkraft gemacht hat. Es würden alle Materien, mithin auch alle Körper, von unſerer Erde entfliehen, wenn nicht die weit größere anziehende Kraft unſerer Erdmaſſe ſie an die Erde feſſelte. Ein Körper iſt nur in ſo fern ſchwer, als er von der größern anziehenden Kraft der Erde gegen dieſelbe getrieben wird, welche ihn alſo mit gleichförmig beſchleunigter Geſchwindigkeit anzieht. Selbſt der Wärmeſtoff iſt von dem Zuge der Erde nicht ausgenommen, und muß auch in ſo fern gegen die Erde ſchwer ſeyn. Würden der Wärmeſtoff und das Licht nicht von der Erde angezogen, mithin jene Stoffe gegen dieſe nicht ſchwer ſeyn, ſo würden ſie von uns entfliehen, und es wäre uns folglich unmöglich, dieſe Stoffe auf unſerer Erde zu ſammeln.

Daß

Daß wir die Schwere nicht bemerken, davon kann der Grund in verſchiedenen Umſtänden liegen; unſere Werkzeuge und alle angewandte Mittel können nämlich viel zu grob ſeyn, ihre Schwere zu bemerken.

Die ſo ſehr verwickelte Lehre von den Verwandtſchaften hat in dieſer Periode ungemeine Fortſchritte gemacht, ob ich gleich im voraus anführen muß, daß ihre Urſache bey weitem noch nicht entdeckt iſt. Die ſo ungemein vielen entdeckten Thatſachen machten es nothwendig, dieſen Gegenſtand mit dem größten Eiſer zu unterſuchen. Der berühmte Bergmann war der erſte, welcher den Nahmen: Verwandtſchaften, mit dem Ausdrucke Wahlanziehungen vertauſchte, wodurch er zugleich andeuten wollte, daß der Grund dieſer Erſcheinung von der gegenſeitigen Anziehung der in Berührung kommenden materiellen Stoffe abhange.

Nach der Herren de Limbourg und le Sage Arbeit erſchienen eine ziemlich große Menge neuer Verwandtſchaftstabellen. Dahin gehören beſonders die vom Herrn de Fourcy 1733, vom Herrn de Machy in ſeinem Recueil de diſſertations 1774, vom Herrn Erxleben und Herrn Weigel 1775, und vom Herrn Wiegleb in ſeinem Handbuch der Chemie. Berlin 1781. Vor allen aber hat Torb. Bergmann die Verwandtſchaftstabellen verbeſſert, und verſchiedene anſcheinende Widerſprüche, durch die Eintheilung der Verwandtſchaften auf dem naſſen und trocknen Wege, zwiſchen einfachen und doppelten Verwandtſchaften ſehr glücklich gehoben. Im Jahr 1775 machte Bergmann zuerſt die Abhandlung über die Wahlanziehung bekannt; und von der Zeit an bis 1783, wo er den dritten Theil ſei-

ner Werke herausgab, war er unaufhörlich bemüht, ſie zu vervollkommnen [q]).

Da bey allen Verwandtſchaften eine chemiſche Trennung, oder eine neue chemiſche Zuſammenſetzung, oder auch beydes zugleich entſteht, mithin die Stoffe, welche ſich mit einander verbinden, in ihren Eigenſchaften verändert werden müſſen, ſo iſt ſchon leicht zu begreifen, daß es ſeine Schwierigkeiten hat, die Stoffe ihrer Verwandtſchaft nach in gehöriger Stufenfolge tabellariſch zu ordnen. Man erkannte dieß auch ſehr bald, da man anfieng, die Lehre von der Verwandtſchaft etwas näher zu beleuchten. Daher auch der Graf von Büffon [r]) den Chemikern vorwarf, daß ſie eben ſo viel kleine beſondere Verwandtſchaftsgeſetze annähmen, als es beſondere Fälle bey den Verbindungen und Trennungen der Körper gäbe; er glaubte vielmehr, wie nachher angezeigt werden ſoll, daß ſich alle chemiſche Verwandtſchaften auf das allgemeine Geſetz der Gravitation beziehen. Selbſt Monnet [s]) nannte die ganze Lehre von der Verwandtſchaft eine Chimäre, welche der eigentlichen Wiſſenſchaft gar keinen Vortheil bringe. Dagegen vertheidigte Macquer in ſeinem chemiſchen Wörterbuche die Verwandtſchaftslehre mit Nachdruck. Seitdem aber Bergmann dieſe Lehre ſo glücklich bearbeitete, fieng man beynahe allgemein an, den Grund derſelben in der Newton'ſchen Attraktion zu ſuchen. Die-

q) *Torb. Bergmann* opuſcula phyſica et chemica. Vol. III. 1787.

r) Supplement à l'hiſtoire naturelle. T. I. à Paris. 1775.

s) Traité de la diſſolution des métaux. Amſt. et Paris 1775. 8.

Dieſes thaten beſonders die Herren Erxleben [t]), Wenzel [u]), Weigel [x]), Wiegleb [y]), Succow [z]), Lubbock [a]), Kirwan [b]) und Morveau [c]).

Newton und viele ſeiner Nachfolger waren überzeugt, daß die Verwandtſchaftsgeſetze ganz anders beſchaffen ſind, als das Geſetz der Gravitation. Gleichwohl waren die eben genannten Herren geneigt, zu glauben, daß das einzige Princip, auf welches ſich die Verwandtſchaften gründen, auf dem allgemeinen Geſetze der Gravitation beruhe. Allein hiebey entſtanden nothwendig die Fragen, wie kann die einzige Kraft der Anziehung zur Erklärung aller der unendlich mannigfaltigen Wirkungen dienen, welche uns die chemiſchen Erſcheinungen darbieten? Wie kann ein Geſetz, welches nur Verhältniſſe anzeigen ſoll, die ſich auf Entfernungen beziehen, auch auf Verwandtſchaften ausgedehnt werden, welche die unmittelbare Berührung oder die Beraubung aller Entfernung vorausſetzen? Dieſe wichtigen Fragen glaubte Büffon in der folgenden Stelle glücklich beantwortet zu haben.

Die

t) Anfangsgründe der Chemie. 1775.

u) Lehre von der Verwandtſchaft der Körper. 1776.

x) Grundriß der reinen und angewandten Chemie. 1777.

y) Handbuch der allgemeinen Chemie. 1781.

z) Anfangsgründe der ökonomiſchen und techniſchen Chemie. 1784.

a) De principio ſorbili &c. 1784.

b) Phyſiſch chemiſche Schriften. aus dem Engl. von Crell. Berlin 1783 – 1794. 3 Bände.

c) Allgemeine theoretiſche und praktiſche Grundſätze der chemiſchen Affinität. Berlin 1794. 8.

Die Verwandtſchaftsgeſetze, ſagt er, nach welchen die Beſtandtheile der verſchiedenen Maſſen ſich von einander trennen, um ſich unter einander zu vereinigen und gleichſeitige Materien zu bilden, ſind die nämlichen allgemeinen Geſetze, nach welchen alle himmliſche Körper auf einander wirken. Sie richten ſich gleichfalls nach den Verhältniſſen der Maſſen und der Entfernungen. Ein Kügelchen Waſſer, Sand oder Metall wirkt auf ein anderes Kügelchen, wie die Erdkugel auf den Mond; und wenn man bis auf die neueſten Zeiten die Geſetze der Verwandtſchaft als verſchieden von den Geſetzen der Schwere betrachtet hat, ſo muß man ſie nicht recht verſtanden, nicht auf die erſten Grundſätze zurückgeführt, man muß den Gegenſtand nicht in ſeiner ganzen Ausdehnung umfaßt haben. Die Figur, welche bey der Wirkung der himmliſchen Körper auf einander, wegen ihres großen Abſtandes von einander, für nichts gerechnet wird, macht bey einem kleinen, oder bey gar keinem Abſtand alles aus. Wenn der Mond und die Erde, ſtatt ihrer Kugelgeſtalt, abgeſtumpften Cylindern glichen, deren Durchmeſſer den Durchmeſſern der Kugeln gleich wären, ſo würde das Geſetz ihrer gegenſeitigen Wirkung durch die veränderte Figur nicht merklich leiden, weil die Entfernung aller Theile des Mondes von allen Theilen der Erde nur eine geringe Abweichung erlitten hätte. Würden aber dieſe Weltkörper ſehr ausgedehnte und nahe liegende Cylinder, ſo müßte das Geſetz ihrer gegenſeitigen Wirkung ſehr abgeändert erſcheinen, weil die Entfernung der Theile eines jeden Körpers von einander, und von den Theilen des andern, ein neues Verhältniß erhielte. Sobald alſo außer der Entfernung noch die Figur ein Moment in der Berechnung werden muß, ſo ſcheint das

Geſetz

Geſetz abzuweichen, wiewohl es im Grunde das nämliche bleibt.

Von dieſem Grundgeſetze geleitet kann der menſchliche Geiſt noch einen Vorſchritt wagen, und in das Innere der Natur tiefer eindringen. Die Figur der Beſtandtheile der Körper iſt uns unbekannt. Das Waſſer, die Luft, die Erde, die Metalle, alle gleichartige Körper ſind ohne Zweifel aus einander ähnlichen Elementartheilchen von unbekannter Form zuſammengeſetzt. Die Gelehrten künftiger Jahrhunderte werden ſich durch Rechnung hier ein neues Feld von Kenntniſſen eröffnen, und vielleicht die Figur der Elemente der Körper beſtimmen können. Sie werden von dem feſtgeſetzten Princip ausgehen, und zur Grundlage annehmen, daß die Materie ſich im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernungen anzieht, da dieſes allgemeine Geſetz nur, vermöge der Figur der Beſtandtheile jeder Subſtanz, welche zur Beſtimmung der Entfernung das Ihrige beyträgt, in den beſondern Anziehungen abzuweichen ſcheint. Wenn man nun durch wiederholte Verſuche zur Kenntniß des Attraktionsgeſetzes einer beſondern Subſtanz gelangt ſeyn wird, ſo wird man auch durch Rechnung die Figur ihrer Beſtandtheile finden. Man habe z. B. durch die Erfahrung gefunden, daß Queckſilber auf einer vollkommen polirten Fläche ſich immer im umgekehrten Verhältniß des Würfels der Entfernungen anzieht, ſo wird man durch Hypotheſen, durch Annäherungen und Rechnungen ſuchen müſſen, welche Figur mit dieſer Erſcheinung am meiſten übereinkommt, und dieſe Figur kann man den Beſtandtheilen des Queckſilbers mit Recht beymeſſen. Fände man durch Verſuche, daß dieſes Me-

tall ſich im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung anzieht, ſo wäre erwieſen, daß ſeine Beſtandtheile die Kugelgeſtalt haben, weil die Kugel die einzige Figur iſt, welche dieſes Geſetz will, und Kugeln in jeder Entfernung immer das nämliche Attraktionsgeſetz beybehalten.

Newton hat zwar ſchon vermuthet, daß die chemiſchen Verwandtſchaften, welche nichts anders ſind, als die beſondern Anziehungen, von welchen hier die Rede iſt, nach Geſetzen vor ſich gehen, welche den Geſetzen der Schwere ſehr ähnlich ſind; aber er ſcheint noch nicht eingeſehen zu haben, daß die beſondern Geſetze bloße Modifikationen des allgemeinen Geſetzes ſind, und von dieſem nur in ſo fern verſchieden erſcheinen, als bey einer ſehr kleinen Entfernung die Figur der einander anziehenden Atomen eben ſo viel und noch mehr zur Ausdrückung des Geſetzes beyträgt, indem die Figur alsdann zur Beſtimmung des Abſtandes einen großen Theil beyträgt.

Auch Bergmann hat dieſe Meynung angenommen und aus denſelben Gründen wie Büffon vertheidigt, und Macquer bemerkt, daß die Schwerkraft, als eine der Materie weſentlich zukommende Beſtimmung, ſich nicht bloß auf Körper von ungeheuern Maſſen und ſehr großen Abſtänden einſchränke, ſondern auch unter den kleinen Atomen der Materie, auf unendlich kleine Entfernungen, und alſo auch bey den chemiſchen Zuſammenſetzungen und Auflöſungen ſtatt finden müſſe.

Indeſſen bemerkt Herr Morveau, obgleich die Uebereinſtimmung vieler großer Männer einen günſtigen Eindruck für dieſe Meynung erwecken müſſe, und ſo ſehr die Behauptung, daß bey nahen Anziehun-

hungen die Kraft der Schwere durch die Figur verändert werde, an und für ſich evident ſcheine, ſo müſſe er doch geſtehen, daß man noch nicht dahin gelangt ſey, in einem beſondern Falle das Geſetz des Quadrats der Entfernungen, bloß durch die Figur modificirt, auf die Verwandtſchaft anwenden zu können. Es behaupteten ſogar einige berühmte Mathematiker, daß die Verwandtſchaft zwar eine Wirkung der Anziehung ſey, aber nach ganz andern Geſetzen vor ſich gehe; daß das Geſetz des Quadrats der Entfernungen bey der Anziehung durch Berührung nicht mehr ſtatt finde und dieſe nicht erklären könne, wenn man auch die Figur der Beſtandtheile zu Hülfe nehme; daß es noch andere Geſetze in der Natur geben müſſe, denen die Anziehung in der Nähe unterworfen ſey, welche noch zu entdecken übrig blieben. Indeſſen ſey er aus Gründen vollkommen überzeugt, daß man ſich vom wahren Wege entfernen würde, wenn man ein anderes Geſetz, oder beſſer, eine andere Kraft der Anziehung geſtatten wolle, und daß wir vielmehr in allen unſern Unterſuchungen nur auf Mittel bedacht ſeyn müßten, wie man die allgemeine Schwerkraft mit dem bey der Verwandtſchaft wirkenden innern Vermögen vereinigen könnte.

1. Wenn man zwey Körper dermaßen einander nahe bringe, daß ſie ſich wenigſtens in einigen Punkten berührten, ſo halte eine Kraft ſie auf einander geheftet. Dieſe Kraft finde ſtatt, die Körper möchte von ähnlicher Natur ſeyn, oder nicht; ſie vernichte ſogleich die allgemeine Schwerkraft nach dem Mittelpunkte der Erde, ſo wie dieſes die Verwandtſchaft thue; ſie leide, wie die Verwandtſchaften, Abänderungen nach den verſchiedenen Körpern, und ſogar

in der nämlichen Ordnung. Beweiſe für dieſe Meynung glaubt er ſchon in der Abhandlung über die Adhäſion angegeben zu haben. So oft die Adhäſionen ohne merklichen Irrthum beſtimmt werden könnten, müßten die Summen der Widerſtände, welche der Trennung entgegengeſezt würden, als der genaue Ausdruck der Verhältniſſe der Verwandtſchaft unter eben dieſen Subſtanzen, oder ihres Beſtrebens ſich zu vereinigen, betrachtet werden.

Daß die Adhäſion wirklich eine Wirkung der Anziehung ſey, leide nun keinen Zweifel mehr, nachdem er dargethan habe, daß der Druck der Luft keinen Antheil daran habe.

Herr Morveau fügt noch folgende Beobachtung hinzu, welche er nachher noch zu machen Gelegenheit gehabt hat, und welche ihm zur Beſtätigung ſeines Satzes dient. Man lege nämlich ein Queckſilberkügelchen, das ohngefähr 60 Gran wiegt, auf eine Horizontalebene, z. B. auf eine Spiegelglasſcheibe, und nähere der Oberfläche des Queckſilbers in ſenkrechter Linie eine eiſerne Stange; hat man nun den Verſuch ſo angeſtellt, daß man vermittelſt einer Schraube die eiſerne Stange erheben kann, ohne ihr irgend eine andere Bewegung mitzutheilen, ſo wird man ſie um $\frac{1}{2}$ Linie und darüber entfernen können, ohne daß das Queckſilber aufhört in Berührung zu bleiben, bis es die Umſtände durch Vergrößerung der Entfernung, oder durch einen Stoß verändern.

Suche man nun das Geſetz, nach welchem dieſe Kraft zu- oder abnehme, ſo werde man leicht einſehen, daß das Geſetz der Quadrate der Entfernungen ihr in keinem höhern Grade als den Verwandtſchaften zukomme, daß man auch die Modifikationen,

welche

welche die Figur der Beſtandtheile mache, hinzu rechnen könne, und das Geſetz bleibe noch eben ſo unzureichend; kurz, daß man bey dieſen einfachen Datis keine Berechnung feſtſetzen könne, welche mit der Wirkung übereinkomme. Die Stärke dieſer Kraft bey der Berührung bleibe immer unbegreiflich, und die ſo alltägliche Erſcheinung des Aufſteigens der Flüſſigkeiten in den Haarröhrchen habe bis auf die neueſten Zeiten keiner Anwendung der Schwerkraft fähig geſchienen. Diejenigen Naturforſcher, welche geneigt ſeyn, ein höheres Geſetz anzunehmen, als das Geſetz der Quadrate, würden kein Bedenken tragen, zu den Erſcheinungen, welche von dieſem Geſetze abhangen, Adhäſion und Verwandtſchaft zu rechnen; denn man könne dieſe beyden Eigenſchaften der Körper aus oben angeführten Gründen nicht von einander trennen; und wenn man zugäbe, daß die Adhäſion eine Folge der allgemeinen Schwerkraft ſey, ſo müßte man das nämliche von der Verwandtſchaft gelten laſſen, wenn man gleich dieſe noch nicht genugthuend erklären könnte.

Wolle man aber ein anderes Geſetz einführen, welches ſich auf Adhäſion und Verwandtſchaft zugleich beziehen ſollte, ſo finde man wieder andere Schwierigkeiten. Man finde oft Anhängung bey Körpern, welche keine Verwandtſchaft unter einander hätten. Hievon gäben Waſſer und Glas, Oel und Waſſer, Eiſen und Queckſilber, die auffallendſten Beweiſe. Außerdem müßten wir noch bemerken, daß aus der Vorausſetzung eines beſondern Geſetzes für die Anhängung nothwendig die Folgerung fließen müßte: jedes Uebereinanderlegen zweyer Körper bringe auf der Stelle einen merklichen Widerſtand hervor, da ſich

doch

doch dieſe Kraft nur bey bey einer gewiſſen Menge von Berührungspunkten zeige. Wenn man ſich nun erinnere, daß wir gewöhnlich das Berührung nennten, was in den meiſten Fällen nur eine große Nähe ſey, ſo würden wir geſtehen müſſen, daß es weit vernünftiger ſey, anzunehmen, es gebe nur Eine Urſache der Anziehung, und die Anziehung folge nur einem einzigen Geſetze. Wir kennten die Umſtände, welche die Wirkung dieſer Kraft modificirten, da, wo ſie unverkennbar ſey, eben ſo wenig, als da, wo man in Verſuchung gerathe, eine von ihr verſchiedene Kraft anzunehmen; und man gehe alſo ſicherer, wenn man ſich an eine Hypotheſe halte, welche dieſe Modifikationen eines erwieſenen Geſetzes erkläre, als wenn man ſich ein neues erdenke, deſſen Exiſtenz problematiſch ſey, das man noch nicht einmal hypothetiſch zu erklären wiſſe, und deſſen Nothwendigkeit ſchon durch die bloße Möglichkeit widerlegt werde, daß man, ohne es zuzulaſſen, alle Schwierigkeiten, welche es auflöſen ſolle, vielleicht vernichten könnte.

2. Unabhängig von Adhäſion und Verwandtſchaft betrachteten wir die Wirkungen, welche aus der Anziehung folgen, das Zuſammenziehungsvermögen, d. h. die Kraft, welche die Theile eines gleichſeitigen Körpers vereinigt erhalte, und ſeine Feſtigkeit, oder den Widerſtand, welchen die Theile der Trennung leiſten, hervorbringe. Dieſe Kraft ſey nur in ſo fern von der Verwandtſchaft verſchieden, daß ſie ſich auf ähnliche Theile äußere; und von der Anhängung, daß dieſe Theile ſich nicht bloß durch eine Oberfläche berühren; ſie ſcheine auch von der Schwerkraft nur durch die Stärke ihres Vermögens abzuweichen. — Gründe genug, um ſie dem allgemei-

meinen Geſetze unterzuordnen. Wolle man aber den Gang der Regel in einzelnen Fällen verfolgen, ſo verliere man den Faden; und wahrhaftig, wenn die Schwierigkeit, alle Erſcheinungen auf das allgemeine Geſetz zurückzuführen, die willkührliche Erſchaffung neuer Geſetze rechtfertigen könnte, ſo würden wir bald ſo viel Geſetze, als unerklärbar gebliebene Erſcheinungen haben.

Morveau glaubt, daß wir bey dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe gleich große Schwierigkeiten finden, das Geſetz der Adhäſion und Verwandtſchaft mit dem Zuſammenhängungsvermögen, als das Geſetz der Schwere mit der Verwandtſchaft zu vereinigen. Es ſey anerkannt, daß die Cohäſion zwar immer ſtärker, als die Adhäſion, aber bald ſtärker, bald ſchwächer, als die Verwandtſchaft, ſey, ohne daß die Dichtigkeit der Maſſen dieſen Unterſchied rechtfertige. Salpeterſäure zerſtöre die Cohäſion des Silbers, und wirke nicht auf den Kieſelſtein, der viermal lockerer ſey, als das Silber. Wir müßten alſo auch hier, wie bey den Verwandtſchaften, Modifikationen des Geſetzes annehmen. Bringe man ferner zwey Waſſertropfen ſo nahe an einander, daß ſie ſich nur in einem einzigen Punkte berührten, ſo würden ſie ſich in einem einzigen Tropfen zuſammenziehen. Dieſes nenne man, wie bekannt, die Verwandtſchaft der Zuſammenhäufung; dieſer Ausdruck ſey freylich der Erſcheinung ſehr angemeſſen; aber er gebe von dem Geſetze ſelbſt noch keinen Begriff. Es ſcheine wenigſtens offenbar, daß hier das Anhängungsvermögen nicht gewirkt habe; denn dieſes äußere ſich nur da, wo die neben einander liegenden Theilchen eines Körpers auf die neben einander liegen-

liegenden Theilchen des andern wirkten; auch nicht das Geſetz der Verwandtſchaft, in dem Sinne, wo man es von der Schwerkraft unterſcheide; denn alsdann könne ſich ſein Einfluß nicht über die reſpektive Sättigung der Theile, welche einander nahe kämen, erſtrecken, mit einem Worte, es habe hier kein beſonderes Geſetz für nahe Anziehungen gewirkt.

Es liege ein offenbarer Widerſpruch in der Behauptung, daß ein Geſetz ausſchließend für die Berührung gelten, und doch zugleich die Urſache von der Kugelgeſtalt der zuſammengehäuften Maſſe ſeyn könne; denn die Kugelgeſtalt müſſe nothwendig von einem Vermögen herrühren, welches die kleinſten Theilchen in einem gemeinſchaftlichen Mittelpunkt vereinigt, und alſo unmittelbar auf die äußerſten Enden des Radii wirkt, d. h. auf Punkte, welche von dem Mittelpunkte der Schwere die entfernteſten ſind. Inzwiſchen lernten wir durch dieſe Erſcheinungen der Zuſammenhäufung eine Kraft kennen, welche die Anziehung nach dem Mittelpunkt der Schwere aufzuheben, zu überwinden vermag, und ein ganz verſchiedenes Geſetz zu erfordern ſcheint; wenn ſich nun aber dieſes neue Geſetz in dem beſondern Falle noch nicht vollſtändig anwenden laſſe, mit welchem Rechte wollte man es zur Erklärung der Fälle gebrauchen, wo man nicht gleichen Grund hat, es vorauszuſetzen?

Um ein deutlicheres Bild von der Erſcheinung zu haben, worauf es hier ankomme, oder beſſer, um die Kraft meſſen zu können, welche die von einem Mittelpunkt entfernten Theilchen um dieſen Mittelpunkt zuſammenkette, ſoll man eine gewiſſe Menge Queckſilber auf ein wahl ausgearbeitetes und horizontal gelegtes Stück Marmor ſetzen; hierauf auf das

appla-

applatirte Queckſilberkügelchen eine Schicht von dünnem Glaſe bringen, und man werde noch keine merkliche Verminderung der Dicke der Queckſilbermaſſe wahrnehmen. Belade man aber nach und nach die Glasſchicht mit Gewichten, ſo werde das Queckſilberkügelchen immer dünner und dünner, und in dem nämlichen Verhältniſſe ausgedehnter. Nehme man endlich die Gewichte weg, welche die Glasſchicht belaſten, ſo erhalte das Queckſilber ſogleich wieder ſeine vorige Geſtalt, und entferne ſelbſt die Glasſchicht von dem Mittelpunkt der Schwere, bis ſich die Schwerkraft und Verwandtſchaft der Zuſammenhäufung im Gleichgewicht befänden. Dieſe Wirkung finde nicht bloß bey Tropfen und Kügelchen ſtatt; ſondern wenn Jemand von einer Spiegelglasſcheibe, die er mit Queckſilber in Berührung bringe, um ſie zu belegen, die Gewichte wegnehme, ehe ſie mit dem Zinn in Berührung gekommen, ſo ſteige ſie in die Höhe, die Lage Queckſilber nehme ihre vorige Dicke an, und der Theil Queckſilber, welcher ſchon die Ränder überſchritten hatte und ſich trennen wollte, trete wieder zurück. Man ſehe leicht ein, daß die Theile der Flüſſigkeit, welche ſich auf den Seiten befänden, von der Anziehung der gleichartigen Theile, mit welchen ſie in Berührung kämen, zurückgehalten würden; dieſes hebe die Wirkung ihrer Schwere auf, und dieſe Bedingung wäre nothwendig, um bey einer ſolchen kleinen Maſſe die Anziehung nach dem Mittelpunkt der Schwere wirkſam zu machen. Allein niemand könne auf den Gedanken gerathen, daß ſich dieſe Theilchen, vermöge einer Kraft, welche der Berührung ausſchließend zukomme, von einem entfernten Mittelpunkte einander näherten, ſich über einander häuften, und an Höhe gewönnen, was ſie jetzt

an Ausdehnung verlören. Kurz es ſey offenbar, daß ſich die Theile eines jeden beliebigen Körpers in einer deſto größern Menge von Punkten berührten, je weniger Oberfläche die Maſſe beſitze; die Anziehung, welche ſie auf dieſe Geſtalt zurückführe, verurſache nichts anders, als daß ſich die Theilchen jezt in mehr Punkten berührten; ſie thue dieſes freylich nur in einer gewiſſen Entfernung, aber ſie bringe eben daher Berührung hervor, und verdanke nicht umgekehrt ihre Kraft der Berührung, wie Manche glaubten.

Dieſe Wirkung des Zuſammenhangs zeige ſich in einer Menge alltäglicher Operationen.

3. Man zweifle ſeit Newton's Zeiten nicht mehr daran, daß die Anziehungskraft die Kugelgeſtalt der Flüſſigkeiten und derjenigen Körper beſtimme, welche aus dem flüſſigen in den feſten Zuſtand übergehen. Inzwiſchen zeige ſich bey einer ſehr bekannten Erſcheinung, der Kryſtalliſation, eine Ausnahme von dieſem Geſetze. Die Theilchen der Körper, welche ſich hier gleichfalls regelmäßig, und in concentriſchen Lagen um einen Mittelpunkt dergeſtalt an einander ketten ſollten, daß der Mittelpunkt der Schwere zugleich der Mittelpunkt der Figur der Maſſe wäre, erzeugten durch ihre Vereinigung Tetraedra, Würfel, Rhombi, Oktaedra, länglichte Prismata; kurz, Polyedra aller Art. Man habe ſogar durch zweckmäßige Kunſtgriffe entdeckt, daß dieſe Formen bis in das Innere der kleinen im Feuer geſchmolzenen Metallmaſſen aus mannigfachen regelmäßigen Ebenen zuſammengeſezt ſeyen, da ſie doch äußerlich nur eine runde Geſtalt darböten, ſobald man nämlich die Wirkſamkeit der Kräfte, welche kugelartige Zuſammenhäufungen hervorzubringen ſtrebten, nicht unterbreche.

Dieſe Kryſtalliſationen ſeyen unläugbar Wirkungen der gegenſeitigen Anziehung kryſtalliniſcher Theile, und ſogar die augenſcheinlichſten Wirkungen dieſes Vermögens; nur werde es hier von der Figur modificirt. Morveau erinnert ſtatt aller Beweiſe nur an die mannigfaltige Bildung der Maſſen, welche die Zuſammenhäufung der Theilchen darſtelle, und an ihre Entfernung von dem allgemeinen Geſetze der Schwere und ſelbſt von dem Geſetze der Cohäſion. Nach dem letztern Geſetze ſollten ſich die Theilchen jedes beliebigen Salzes äußerlich in ſphäriſchen Maſſen gruppiren, ſo oft ſie ihren wechſelſeitigen Anziehungen überlaſſen würden. Habe nun die Figur der kryſtalliniſchen Beſtandtheile hier einen ſo mächtigen Einfluß, daß ſie die Ordnungen der Anziehungen verändern könne — ſobald man nämlich nur die Maſſen, und die nach dem Mittelpunkt der Maſſen geſchätzten Entfernungen in Erwägung ziehe — warum ſollten wir nicht glauben, daß die verſchiedenen Grade der Adhäſion, Cohäſion und Verwandtſchaft nichts anders ſeyn, als Wirkungen einer und derſelben Eigenſchaft der Materie, d. h. der nämlichen Kraft und dem nämlichen Geſetze, nur gleichſam durch die Figur modificirt? Man könne hier keinen Unterſchied angeben, als etwa den, daß die Produkte der Kryſtalliſation in die Augen fielen, dahingegen die Atomen, worauf die Verwandtſchaften ihre Kraft äußerten, allen Sinnen entgiengen. Man erkenne durch eine geringe Ueberlegung, daß die Erſcheinungen der Kryſtalliſation von einem beſondern Geſetze, wie z. B. dem Geſetz für die Berührung, eben ſo wenig abhangen könnten; denn wenn gleich die auflöſende Flüſſigkeit, in welcher ſich die kryſtalliniſchen Theilchen ſchwebend befänden, mit dem Kryſtall, der ſich daran bilde,

in unaufhörlicher Berührung bleibe, ſo müſſe es doch nothwendig einen Augenblick geben, wo das letzte Theilchen, welches den Salzwürfel vollende, ſich durch ſeine eigene Verwandtſchaft bewege, ehe es die unmittelbare Berührung empfangen könne, durch welche ihm ſein Platz angewieſen werden ſollte.

4. Wenn man bisher das allgemeine Geſetz der Schwere noch nicht auf die Verwandtſchaften geradezu habe anwenden können; d. h. wenn man noch nicht dahin gelangt ſey, die Wirkung der Verwandtſchaften zu berechnen, ſo verhalte es ſich eben ſo mit dem Aufſteigen der Flüſſigkeiten in den Haarröhrchen, oder zwiſchen zwey in einer kleinen Entfernung parallel gelegten Ebenen. Aus dieſem Grunde hätten Einige geſchloſſen, daß das nämliche Geſetz, welches Cohäſion und Verwandtſchaft beſtimme, auch für die letztere Erſcheinung gelte; aber dieſe bloße Annäherung habe noch keine Aehnlichkeit mit einer Kraft, welche ihre Stärke nur vermöge der unmittelbaren Berührung empfange; denn das Haarröhrchen halte nicht bloß die Theilchen, welche man heranbringe, ſondern es ziehe ſie in der That noch vor der Berührung, d. h. in einer gewiſſen Entfernung, an; und dieſe Anziehung müſſe ſogar in einer ſehr merklichen Entfernung vor ſich gehen, da man die Mündung der Röhre nur gegen die Oberfläche der Flüſſigkeit zu halten brauche, um dieſe von ſelbſt bis auf den Punkt ſteigen zu laſſen, wo das Gewicht ihrer Maſſe ſich mit der Kraft, welche ſie anziehe, in Gleichgewicht befinde. Dieſe Wirkung könnte gewiß nicht ſtatt finden, wenn nicht die Materie des Röhrchens Einfluß auf die Theilchen hätte, welche es noch nicht berühre. Alſo hange dieſe Erſcheinung, welche gleichfalls die Ordnung der

der allgemeinen Schwere umzukehren ſcheine, eben ſo wenig wie die Verwandtſchaft von einer Kraft ab, welche ſich nur auf unmittelbare Berührung gründe; ſie ſcheine eben ſo wenig wie die Verwandtſchaft der Anwendung des Geſetzes von den Quadraten der Entfernung fähig; und wenn man hinzuſetzt, daß auch hier die Qualität der Subſtanzen, ohne Beziehung auf die Maſſen, Veränderungen hervorbringe, ſo werde man geneigt, alle dieſe Erſcheinungen von einer und derſelben Kraft, welche unter verſchiedenen Umſtänden verſchieden wirkt, abhangen zu laſſen; man finde es wahrſcheinlich, daß die Unregelmäßigkeiten in allen dieſen Fällen nur ſcheinbar ſeyen, weil ſich die kleinen Umſtände unſern Augen entzögen, welche die auffallenden Wirkungen hervorbrächten; mit einem Worte, daß die Anziehung nur durch die Entfernung, und die Entfernung nur durch die Figuren modificirt würde. Ohne dieſe Vermuthung müßte man nicht nur ein eigenes Geſetz für die Berührung, man müßte ein Geſetz für Berührung und für eingeſchränkte Entfernungen zugleich annehmen; man müßte ein Princip von ganz neuer Art erdenken, das mit der Schwerkraft gar nichts gemein hätte, weil es weder mit den Maſſen noch mit den Entfernungen im Verhältniß ſtände, d. h. man müßte ſtatt einer allgemeinen, der Materie weſentlich zukommenden Beſtimmung, eben ſo viel verborgene Urſachen gelten laſſen, als es verſchiedene Subſtanzen gibt.

5. Bis jetzt hätten wir noch keine Kenntniß von der Dichtigkeit der Theile, welche die Elemente der Körper ausmachten, und Macquer bemerke ganz richtig, daß wir von der Dichtigkeit der kleinſten Beſtandtheile nur nach der Dichtigkeit der durch ihre Vereini-

einigung zuſammengehäuften Maſſe urtheilten, denn es ſey leicht möglich, daß ein Körper, deſſen primitive Theile nur ſehr wenig Dichtigkeit beſäßen, durch Zuſammenſetzung derſelben zu einer überaus dichten Maſſe würde, wofern nur dieſe Theile ſo geſtattet ſeyen, daß ſie ſich von allen Seiten leicht und innig berührten. Umgekehrt könne eine lockere Maſſe aus ſehr dichten Theilen zuſammengeſetzt ſeyn, wofern ſich dieſe, vermöge ihrer Geſtalt, nur wenig berührten. So könne das Kupfer, das in großen Maſſen merklich lockerer ſey als Silber, in ſeinen einfachſten Theilen weit dichter ſeyn, als dieſes; ja das Kupfer könne Theile von minderer Dichtigkeit beſitzen, aber dieſe Theile könnten vermöge ihrer eigenthümlichen Geſtalt und der vermehrten Berührungspunkte eine eben ſo mächtige Wirkſamkeit auf die Theile eines dritten Körpers äußern, als nur immer durch eine größere Dichtigkeit hervorgebracht werden könnte; denn wir begriffen wohl, daß die Berührungen die Dichtigkeit zu ergänzen vermögend ſeyen. Wenn man nun die Frage aufwerfe, warum das Kupfer von der Salpeterſäure mehr, als das Silber angezogen werde? ſo finde man eine mögliche und befriedigende Urſache entweder in der größern Dichtigkeit der Theile des erſtern Metalls, oder in ſeiner zur Berührung tauglichen Geſtalt. Und in beyden Fällen begriffen wir zugleich, wie die Anziehung der Verwandtſchaft in einem weit größern Verhältniſſe als die Schwere zu wachſen ſcheine, und warum dieſe Kraft in ſo merklichen Graden Abänderungen leide, ohne im Verhältniß mit den Maſſen zu ſtehen, eine Frage, welche immer unauflöslich bleiben werde, wenn man ein höheres Geſetz für die Berührung annehme.

Alle

Alle dieſe Beobachtungen, meint Morveau, könnten ihn zu der Folgerung berechtigen, daß es in der Natur nur Eine allgemeine Eigenſchaft der Materie, nur Eine Kraft gebe, welche wir Anziehung nennten, daß dieſe Kraft nur Ein Geſetz anerkenne; und wenn ſich dieſes Geſetz nicht auf alle Erſcheinungen der Verwandtſchaften anwenden laſſe, ſo bleibe die Aufgabe nur deßhalb zuſammengeſetzt und unbeſtimmt, weil uns die zur Auflöſung nöthigen Data fehlten; überhaupt, daß man bis jetzt noch keinen vernünftigen Grund habe, ein anderes Geſetz, oder beſſer, eine andere Kraft zur Erklärung dieſer Erſcheinungen einzuführen. Dieſen Schluß könne er mit deſto größerer Sicherheit machen, da das von den Naturforſchern für die Berührung angenommene Geſetz keine richtige Anwendung auf die Zuſammenſetzungen durch Verwandtſchaft leide; was ſie Berührung nennten, ſey nichts weniger als der Punkt der reſpektiven Sättigung und Ruhe. Um dieſes zu beweiſen, dürfe man nur auf die Art Rückſicht nehmen, wie ſich zwey flüſſige Metallkügelchen und zwey feſte Kügelchen von dem nämlichen Metall einander anzögen; die Anziehung aller Theile der erſtern werde wirklich erſchöpft, weil ſie ſich in ſo viel Punkten als möglich berührten, indem ſie nur eine einzige Kugelgeſtalt bildeten; die Berührung der letztern ſey nur der Stoß zweyer Punkte ihrer Oberfläche, d. h. der Punkt, wo ihre Feſtigkeit die Summe aller Anziehungen ihrer kleinſten Theile hindere. Was man anſcheinende Anomalien der Verwandtſchaften genannt habe, könnte ihm noch mehr Beweisgründe liefern. Der Wärmeſtoff z. B., auf welchen er bisher noch keine Rückſicht genommen, entſcheide mannichmal die Zuſammenſetzung, ungeachtet er in der That die Entfernungen der klein-

kleinſten Theilchen vergrößere; die Ueberſättigung einiger zuſammengeſetzten Maſſen durch einen der ſie zuſammenſetzenden Theile u. d. m. mehr. So viele Wahlanziehungen, ſo viele Wirkungen, welche man unmöglich als bloße Produkte der Maſſen und Entfernungen betrachten könne, widerſprächen der Idee eines jeden Geſetzes überhaupt, unter welches ſich alle Erſcheinungen ſollten unterordnen laſſen; und wenn wir durch den Zuſatz, daß die mannigfaltige Geſtalt und Dichtigkeit der primitiven Theile Aenderung hervorbringe, dieſe Erſcheinungen auf ein beſtändiges Geſetz zurückführen könnten, ſo ſtehe es uns nicht mehr frey, ein anderes zu erſchaffen, oder der Materie eine neue Eigenſchaft beyzulegen, welche von der durch die Bewegungen aller uns bekannten Körper feſtgeſetzten verſchieden ſey; man müßte denn in einzelnen Fällen die Figuren und Dichtigkeiten der primitiven Theilchen genau kennen, und hierdurch die Unzulänglichkeit ſeiner Vermuthung zu beweiſen im Stande ſeyn.

Zum Vortheil ſeiner Folgerung könnte er noch hinzuſetzen, daß uns nicht bloß die Einfachheit und die Uebereinſtimmung, welche man in den Triebrädern der Natur vorausſetzen müſſe, jede Entfernung von dem von ihr ſelbſt vorgezeichneten Wege abrathe, ſondern daß uns auch die Geſchichte der Irrthümer, zu welchen die gelehrteſten Männer verleitet wurden, ſobald ſie dieſen Compaß verließen, vor gleichen Verirrungen warne. Die Bewegung der Apſiden des Mondes habe eine Zeitlang dem allgemeinen Syſteme der Schwere zu widerſprechen geſchienen, bis endlich genauere Berechnungen gezeigt hätten, wie man dieſe Erſcheinung mit der Phyſik der Himmelskörper vereini-

einigen könne. Es ſey alſo wenigſtens vernunftmäßig, zu hoffen, daß man auch die Verwandtſchaften mit dieſem Syſtem zu vereinigen wiſſen werde, ſobald man nur die zur Berechnung nöthigen Data geſammelt habe.

Herr Morveau macht endlich einen Verſuch, den Einfluß der Figur auf nahe Anziehungen zu zeigen, und begreiflich zu machen, wie ſehr dieſelbe Kraft durch Nebenumſtände Abweichungen und Wirkungen hervorbringen könne, welche man gar nicht mehr von ihr abhängig glauben ſollte.

Man denke ſich zwey feſte Tetraedra von gleichem Volumen und gleicher Dichtigkeit, davon ein jedes aus 10 Kügelchen, von 1 Linie im Durchmeſſer, gebildet ſey, ſo daß dieſe Kügelchen ihre kleinſten Theile oder primitiven Elemente ausmachten, in einer Flüſſigkeit ſchwimmend, mit welcher ſie ſich dermaßen im Gleichgewicht befänden, daß ihre Anziehung zum Mittelpunkt der Erde für nichts gerechnet werden könnte. In dieſer Vorausſetzung liege kein Widerſpruch. Sie ſey ſogar zur Ausführung ſeines Satzes ungünſtig, weil ſphäriſche Theilchen nothwendig eine gleichmäßig wirkende Anziehung behielten.

Da ſich nun die Tetraedra von einem jeden beliebigen Punkte ihrer Oberfläche in der Entfernung Einer Linie, oder in der Entfernung zweyer Linien von den Mittelpunkten der beyden nächſten kleinſten Theile befänden, ſo ſey die Anziehung eines jeden dieſer Theilchen gegen das andere = a; alſo würden dieſe Theilchen vermöge der wechſelſeitigen Einwirkung der Attraktion gegen einander durch eine Kraft = 2a angezogen werden.

Die Anziehung eines jeden dieſer Körper gegen den andern ſey gleich der Summe der Anziehung aller ſeiner Theile. Demnach bleibe der Satz ungeändert, wenn man ſtatt der zuſammengeſetzten Kraft die Summe der zuſammenſetzenden Kräfte ſetzte, und umgekehrt; und wenn man auf jedes Theilchen das Geſetz des umgekehrten Verhältniſſes der Quadrate der Entfernungen anwende, ſo werde man dahin gelangen, die Anziehungskräfte dieſer beyden Körper in verſchiedenen Lagen und Entfernungen vergleichen zu können.

Nach dieſen Vorausſetzungen werde man die Kraft, mit welcher beyde Tetraedra ſich anzögen, wenn ſie ſich Eine ihrer Spitzen zukehrten, = 9,8011 a finden. Man müſſe nämlich, um ſich der Wahrheit zu nähern und den Calcul zu erleichtern, annehmen, daß die beyden kleinſten Theilchen beyder Spitzen ihren Mittelpunkt auf 2 Linien Entfernung hätten, die drey folgenden auf 4 Linien, die ſechs kleinſten Theilchen jeder Baſis auf 6 Linien, und ſo wechſelsweiſe die 10 Beſtandtheilchen jedes Tetraedron gegen die 10 Beſtandtheilchen des andern: ſo werde die nach den Entfernungen abnehmende Progreſſion folgende ſeyn:

Für die reſpektive Anziehung der beyden kleinſten Theilchen der Spitzen, die angenommene Kraft = 2a.

Für die drey folgenden Theilchen des einen Tetraedron gegen die Spitze des andern, und die Spitze des einen gegen die drey vorhergehenden $= 4.\frac{4}{9}$a.

Für die 6 Theilchen der einen Baſis gegen die Spitze und umgekehrt $= 7.\frac{4}{16}$a.

Für die 3 der nächſten Ordnung unter einander $= 6.\frac{4}{16}$a.

Für

Für die nämlichen gegen die 6 der Baſis = $9 \cdot \frac{4}{16}a$

Für die 6 der Baſis unter einander = $12 \cdot \frac{4}{16}a$ mithin beträgt die Summe = 9,8011 a.

Entfernt man aber die entgegengeſetzten Spitzen der beyden Tetraedra um 1 Linie mehr, ſo werde die Summe ihrer Anziehungen gegen dieſe zweyte Entfernung nach derſelben Berechnung = 5,9485 a.

Entferne man ſie um noch 1 Linie, ſo werde ſie für die dritte Entfernung = 4,0691 a.

Verändere man nun die reſpektive Stellung beyder Tetraedra, und ſetze eine Grundlinie der andern entgegen, ſo man werde ſehen, daß bey unveränderter Entfernung der beyden nächſten Punkte von einander, und bey gleich ſtarkem Anziehungsvermögen eines jeden Theilchens in derſelben Entfernung, ſehr verſchiedene Reſultate herauskommen.

Der Calcul gebe nämlich für die Summe der Attraktionen

Erſte Entfernung - -	25,1122 a
Zweyte - - - -	10,2710 a
Dritte - - - -	6,3359 a

Hieraus erhelle 1. wenn man der wechſelſeitigen Anziehung der zwey nächſten Theilchen zweyer Körper einen beliebigen Werth gebe, und dieſe Anziehung nach dem Geſetze des Quadrats der reſpektiven Entfernungen aller Theilchen dieſer beyden Körper zu- oder abnehmen laſſe, ſo könne die Summe der Attraktionen in verſchiedenen Lagen verſchieden ſeyn. 2. Wenn beyde Tetraedra ſich mit den Spitzen näherten, ſo ſey nach Maaßgabe der abnehmenden Entfernungen die zunehmende Attraktionskraft in den beyden angenommenen

nen Entfernungen = 40:59:98. 3. Wenn ſie ſich mit den Grundflächen näherten, ſo ſey die wachſende Progreſſion der Anziehung merklich ſtärker, und im Verhältniß von 63:102:251 für die drey nämlichen Entfernungen.

So auffallend auch dieſe Reſultate ſeyen, welche eine Differenz von 639:162 für die Summe der Attraktionen derſelben beyden feſten Körper, bey gleicher Entfernung von einem ihrer nächſten Punkte, nach der Lage ihrer kleinſten Theilchen gäben, ſo ſey er doch weit von dem Gedanken entfernt, daß dieſe Reſultate der Idee vollkommen entſprächen, welche uns die Verſuche von der Kraft der Anziehung bey der Berührung gäben. Es ſey ſchon genug, wenn hierdurch bewieſen wäre, daß dieſe Kraft unter gewiſſen Umſtänden eine Zunahme erhalten, und doch dem nämlichen Geſetze folgen könne. Man begreiſe nun, daß die Anziehung der Schwere auch die Attraktion des Zuſammenhangs und der Verwandtſchaft ſeyn könne.

Denke man ſich nun ſtatt der Tetraeder Kugeln, welche ſich nur in Einem Punkte berühren könnten, ſtatt grober Theilchen außerordentlich feine Theilchen, welche wegen dieſer außerordentlichen Feinheit eine merkliche Zunahme des Anziehungsvermögens zuwegebringen müßten, die noch dazu von einer Dichtigkeit ſeyn, welche unſere Einbildung überſteige, deren eigenthümliche Figur eben ſo mächtig mitwirke, wie bey den Tetraedern in ihren reſpektiven Lagen, ſo werde man ohne Zweifel einſehen, daß die genaue Kenntniß dieſer Data uns lehren würde, wie ſich Erfolge, die uns jezt in Erſtaunen ſetzten, mit dem bekannten Geſetze verbinden ließen.

Alſo

Alſo müßten Schwere, Anhängungsvermögen, Zuſammenhängungsvermögen, und Zuſammenſetzung oder Verwandtſchaft, als Erſcheinungen betrachtet werden, welche alle von einem einfachen und einzigen Princip, von der anziehenden Kraft der Materie abhiengen.

Die Schwere, oder allgemeine Schwerkraft, ſey die Anziehung, welche ſich in ſolchen Entfernungen äußere, wo die Maſſe alles ausmache; wo die Lage der Theile keinen merklichen Einfluß auf die Reſultate habe, und wo die Menge der Materie als in einem einzigen Punkt, oder in dem Mittelpunkt der Schwere der ſich anziehenden Körper concentrirt betrachtet werden könne.

Das Anhängungsvermögen ſetze ſchon eine ſo kleine Entfernung voraus, daß unſere Sinne ſie nicht mehr ſchätzen könnten; ſie leide nach der ſuperficiellen Ausdehnung der Theilchen, welche auf einander gerathen, beträchtliche Abänderungen. Bey gleichen Ausdehnungen verhalte ſie ſich wie die Oberflächen der an einander hangenden Körper.

Das Zuſammenhängungsvermögen unterſcheide ſich dadurch von der Schwere und dem Anhängungsvermögen, daß dieſen letztern alle Materien gleichgültig ſeyen, die Cohäſion hingegen nur unter gleichartigen Körpern ſtatt finde. Dieſes Vermögen ſey auch weſentlich von der Adhäſion verſchieden, indem nicht bloß Annäherung der Oberflächen, ſondern Berührung, ſo weit es nur die Figur der Theilchen geſtatte, darunter verſtanden werde. Daher ſeine ungleich größere Kraft.

Die Verwandtſchaft oder chemiſche Anziehung ſey diejenige Art der Anziehung, welche Körper von ver-

verſchiedener Natur nicht bloß durch die Oberflächen, wie die Adhäſion, ſondern Beſtandtheilchen mit Beſtandtheilchen, wie die Cohäſion, vereinige. Die innere Stärke dieſer Kraft zeige ſich gleichfalls nur in Entfernungen, welche wir weder meſſen, noch einmal wahrnehmen könnten; ſie entſpringe, wie die Cohäſion, aus dem gegenſeitigen Beſtreben aller Theilchen zu einer vollkommenen Berührung, in der größtmöglichſten Ausdehnung, und von allen Seiten. Sie ſey weſentlich von der Schwere verſchieden, indem ſie ſich weniger nach den Dichtigkeiten der Maſſen, als nach den Dichtigkeiten der Elemente richte, indem ſie ungleich mehr von den Größen und Figuren dieſer Theile, als von Gewicht und Form der zuſammengehäuften Maſſen abhange. Ihre Kraft müſſe ſtärker ſeyn, als die Kraft des Zuſammenhangs, ſonſt wäre keine Auflöſung möglich. Sie ſey für gewiſſe Körper gar nicht vorhanden; ſie leide beträchtliche Abweichungen bey den meiſten Körpern, und ſie ſey zuweilen vorhanden, ohne gerade jetzt eine auffallende Wirkung wahrzunehmen. Mit einem Worte, ſie ſey, nach Bergmann's ſehr richtigem Ausdrucke, eine Wahlanziehung, d. h. wenn zwey Subſtanzen ſich einer dritten darbieten, ſo wählt ſie eine, und läßt die andere fahren; wenn zwey Subſtanzen ſich vereinigt befänden, ſo wirke eine dritte dermaßen auf dieſelben, daß eine weichen müſſe. Dieſe letztere Betrachtung würde, wenn es nöthig wäre, einen Beweis mehr liefern, daß die Verwandtſchaft nicht von einem beſondern Geſetze für die Berührung abhangen könne; denn nach dieſer Vorausſetzung könnte ein Element von einem andern, durch die Verwandtſchaft eines dritten, eben ſo wenig getrennt werden, als der nämliche Punkt mit zwey andern zu gleicher

Zeit

Zeit in Berührung ſeyn, oder, welches einerley iſt, als der nämliche Körper ſich an zweyen Orten zu gleicher Zeit befinden könnte. Man dürfe alſo fernerhin kein Bedenken tragen, mit Macquer zu behaupten, daß die Lehre der Anziehungen der wahre Schlüſſel zu den verborgenſten Erſcheinungen der Chemie ſey. Und wenn auch dieſe ſeine Behauptung noch keine unmittelbare Anwendung auf die Lehre von den Verwandtſchaften litte, ſo müſſe man doch keinesweges glauben, daß Unterſuchungen dieſer Art mehr zur Befriedigung der Neugierde, als zur Vervollkommnung der Wiſſenſchaften dienten.

So ſinnreich die Gedanken des Herrn Morveau für ſeine Behauptung ſeyn mögen, ſo ſcheint meiner Meynung nach der Grund der Verwandtſchaften keinesweges auf dem allgemeinen Geſetze der Schwere, durch die verſchiedenen Figuren der Grundkörperchen modificirt, zu beruhen. Die Wirkung der Adhäſion, Cohäſion und der Verwandtſchaft iſt bloß auf eine beſtimmte Sphäre eingeſchränkt, und kann aus dem Begriffe der Materie metaphyſiſch, wie die Anziehung der Materie gegen einander, die ſich nach der Maſſe richtet, gar nicht beſtimmt werden. Die Urſache der Verwandtſchaft muß alſo phyſiſch ſeyn, und kann bloß in der Erfahrung aufgeſucht werden. Vielleicht wirken bey der Verwandtſchaft ſolche Materien mit, die bisher noch unentdeckt ſind, und welche unter gewiſſen Umſtänden Formen der Theile der Materien beſtimmen können, welche ſich mehr oder weniger durchdringen, oder von einander abſcheiden.

Bey den chemiſchen Verwandtſchaften gehen allemal Auflöſungen der Materien und neue Verbindungen derſelben vor. Nähme man nun mit den meiſten

Phy-

Phyſikern und Chemikern primitive Grundgeſtalten der körperlichen Theile der Materien an, ſo könnte auch die Trennung der Theile des aufzulöſenden Körpers nicht weiter, als bis zu den Grundkörperchen (Atomen) gehen, und man muß annehmen, daß die getrennten Theilchen bloß in den Zwiſchenräumen des Aufloſungsmittels ſchwimmen. Was wir daher Auflöſung nennen, wäre eigentlich keine wahre Auflöſung in demjenigen Sinne, in welchem ſie gewöhnlich genommen wird, ſondern eine bloße Nebeneinanderſtellung der Atome, die Atome mögen mit dem Auflöſungsmittel in eine Verbindung gekommen ſeyn, in welche ſie wollen. Nach der atomiſtiſchen Phyſik würden wir daher gar keine Auflöſung, folglich auch keine wahre Verwandtſchaft kennen.

Weit natürlicher und mit der Erfahrung übereinſtimmender muß man behaupten, daß diejenigen Materien, welche ſich chemiſch unter einander verbinden oder ſich von einander trennen, wechſelſeitige Wirkungen gegen einander ausüben, und ſich ſelbſt durchdringen. Ja es läßt ſich alsdann eine vollkommene chemiſche Durchdringung, oder eine abſolute Auflöſung der Materien, die auf einander wirken, denken, ohne daß dieſe der Erfahrung entgegen wäre. Eine ſolche Auflöſung würde zugleich die Theilung der Materie ins Unendliche erweiſen, ohne daß es einen Widerſpruch in ſich ſelbſt enthielte, wie bereits ſchon oben gezeigt worden iſt.

Was übrigens die Eintheilung der Verwandtſchaften und die aufgefundenen Geſetze derſelben betrifft, ſo gehört deren Erzählung mehr in die Geſchichte der Chemie, als in die Geſchichte der Phyſik, und muß für jene aufbehalten werden.

Eine beſonders merkwürdige hieher gehörige Eigenſchaft, die allen feſten Körpern, wenn ſie vorher in den Zuſtand der Flüſſigkeit gebracht werden können, zukommt, iſt die Kryſtalliſation. Ob man gleich die Urſache der Kryſtallenformen bisher noch nicht hat entdecken können, ſo haben ſich doch Einige bemüht, die Art und Weiſe zu zeigen, wie Kryſtalle entſtehen. Romé de l'Isle[d]) brachte ſo viel möglich die ähnlichen Kryſtalle zuſammen, und nahm einige Primitiv-Kryſtalle als Baſis an. Bergmann[e]) hingegen, welcher tiefer in den Mechanismus der Metalle einzudringen ſuchte, ſah die verſchiedenen Formen als Produkte einer Anſetzung von Flächen um eine primitive Form an. Er beſtätigte dieſe Vermuthung durch eine Varietät des Hundszahns, welchen er zerbrach, abſchälte, und welcher ihn auf einen Kern leitete; aber bey dieſem Blicke blieb er ſtehen. Herr Haüy hatte ſich bereits mit demſelben Gegenſtande beſchäftigt, als die Academie des ſciences die Abhandlung von Bergmann erhielt. Bertholet, welcher ſelbige zuerſt zu Geſichte bekam, gab ſie la Place, der ſie dem Herrn Haüy mittheilte. Haüy führte Bergmann's Gedanken weiter aus, ſuchte die Form der kleinſten Theilchen mit den einfachen Geſetzen ihres regelmäßigen Arrangements dem Calcul zu unterwerfen, und kam auf eine mathematiſche Theorie, welche er auf eine analytiſche Form reducirte, und die mit der Beobachtung

d) Eſſai de cryſtallographie. à Paris. 1772. 8. Verſuch einer Kryſtallographie. aus dem Franz. von Weigel. Greifsw. 1777. 4.

e) De formis cryſtallorum, praeſertim e ſpatho ortis. in ſ. opuſc. Vol. II, p. 1.

tung ſtets übereinſtimmt, ohne von Bergmann's Arbeit vorher etwas gewußt zu haben. Beyde alſo, Bergmann und Haüy, kamen beynahe zu gleicher Zeit auf einerley Entdeckung. Haüy's f) Theorie iſt kürzlich folgende: Die mechaniſche Theilung der Kryſtalle muß das einzige Mittel ſeyn, ihre primitive Form zu finden. Wenn man z. B. eine regelmäßige ſechsſeitige Säule des Kalkſpaths nach den natürlichen Verbindungen der Schichten, woraus ſie beſteht, zu trennen verſucht, ſo wird man auf eine Rhomboide gelangen.

Es ſtelle (fig. 8.) abef die ſechsſeitige Säule des Kalkſpaths vor. Man wird unter den ſechs Kanten in, nc, cb, ba u. ſ. der obern Grundfläche drey antreffen, welche zur mechaniſchen Trennung geſchickt ſind. Es ſey in eine von dieſen Kanten. Die Theilung läßt ſich nach einer Ebene pſut bewerkſtelligen, die um 45 Grade ſowohl gegen die Grundfläche abcnih als gegen die Seitenfläche inef geneigt iſt. Die beyden Kanten bc, ah werden ähnliche Trennungen zulaſſen, nicht aber die drey andern dazwiſchen cn, ab, hi.

Bey der untern Grundfläche gfedrk wird ganz das Gegentheil ſtatt finden. Denn die Kanten, welche hier die Ablöſung geſtatten, ſind den nicht ablösbaren Kanten der obern Grundfläche entgegengeſetzt, d. h. es ſind die Kanten de, gf, kr. Die Ebene lgyv ſtellt die Abſonderungsfläche dieſer letzten Kante kr vor. Man wird durch dieſe Trennung ſolchergeſtalt

f) Eſſai d'une théorie ſur la ſtructure des criſtaux. à Paris 1784. Gren's neues Journal der Phyſik. B. II. S. 418. f.

geſtalt ſechs Flächen dargeſtellt haben, und wenn man fortfährt, ſo lange parallel mit dieſen Flächen zu theilen, bis alle Flächen der ſechsſeitigen Säule verſchwunden ſind, ſo trifft man auf eine Rhomboide, welche als der Kern dieſer Säule anzuſehen iſt.

Jeder andere Kalkkryſtall mechaniſch zertheilt giebt daſſelbe Reſultat; es kommt nur darauf an, die Richtung der Abſonderungsflächen zu finden, welche auf die Central-Rhomboide führen. Um z. B. dieſe Rhomboide aus dem Kalkſpathe darzuſtellen, der gewöhnlich unter dem Nahmen des linſenförmigen bekannt, und eigentlich ſelbſt eine weit ſtumpfere Rhomboide iſt, deren großer Seitenwinkel 114°, 18′, 56″ hat, geht man von den zwey Spitzen aus, und richtet die Schnitte auf die kleinen Diagonalen der Flächen. Beym ſcharf zugeſpitzten Rhomboidalſpath hingegen müſſen die Ebenen der Schnitte mit den an den Spitzen zuſammengehenden Kanten parallel, und jede muß gleichförmig gegen die beyden Flächen geneigt ſeyn, die ſie durchſchneiden.

Bey einem Kryſtall einer andern Natur, z. B. beym Würfel vom Flußſpath, hat auch der Kern eine andere Form. Bey dieſem namentlich iſt es ein Octaeder, worauf man kömmt, wenn man die acht Ecken des Würfels abtrennt. Der Schwerſpath giebt zum Kerne ein gerades Prisma, deſſen Grundflächen Rauten ſind; der Feldſpath ein ſchiefwinklichtes, aber nicht rhomboidaliſches Parallelepipedum; der Apatit und Berill ein gerades ſechsſeitiges Prisma; der Demantſpath eine etwas ſpitze Rhomboide; die Blende ein Dodecaeder mit rautenförmigen Flächen; das Eiſen von Elba einen Würfel u. ſ. w. Jede dieſer Formen iſt beſtändig in Beziehung auf die ganze Art, ſo

daß die Winkel keine bemerkenswerthe Abänderung erleiden, und daß, wenn man den Kryſtall in jeder andern Richtung zu zertheilen ſucht, man keine Trennungsflächen antreffen kann; man erhält dann nur unbeſtimmte Bruchſtücke, und zertrümmert ihn mehr, als daß man ihn zertheilte.

Die Solida, wovon Einer in allen Kryſtallen von einerley Art enthalten iſt, müſſen als die wahren primitiven Formen angeſehen werden, von denen alle andere Formen abhängen. Indeſſen ſind nicht alle Foſſilien fähig, getheilt zu werden.

Sekundaire Formen nennt Haüy alle diejenigen, welche von der primitiven Form verſchieden ſind. Die Anzahl dieſer Formen hat eine Grenze, welche die Theorie nach den Geſetzen, denen die Struktur der Kryſtalle unterworfen iſt, beſtimmen kann.

Das Solidum von primitiver Form, welches man durch die eben erwähnten Operationen erhält, kann noch weiter parallel mit ſeinen verſchiedenen Flächen getheilt werden. Die ganze umhüllende Materie iſt ſolchergeſtalt theilbar durch Schnitte, die mit den Flächen der primitiven Form parallel gehen. Es folgt daraus, daß die durch Hülfe aller dieſer Schnitte abgetrennten Theile ſich ähnlich, und nur durch ihr Volumen verſchieden ſind, welches bey fortgeſetzter Theilung immer mehr abnimmt. Man muß aber hievon diejenigen ausnehmen, welche die Flächen des ſecundären Solidums begrenzen. Denn weil dieſe Flächen nicht mit denen der primitiven Form parallel ſind, ſo können die Bruchſtücke von ihnen nicht denen ganz ähnlich ſeyn, die man gegen die Mitte der Kryſtalle abſondert. So haben z. B. die Bruchſtücke der ſechsſeitigen Säule (fig. 8.), deren äußere Flächen

Theile

Theile der Grund- oder Seitenflächen der Säule ausmachen, keinesweges in dieſer Hinſicht dieſelbige Figur, als diejenigen, welche nach dem Mittelpunkte hin liegen, und deren Facetten alle parallel mit den Schnitten pſut, lqvy u. ſ. w. ſind. Aber die Theorie zerſtreuet die Verlegenheit, welche anfänglich wegen dieſer Verſchiedenheit entſteht, und bringt alles auf Einheit der Figur zurück.

Dieſe Theilung des Kryſtalls in kleine ähnliche Solida hat keine Grenze, über welche hinaus man zu ſo kleinen Theilen gelangt, daß man ſie weiter nicht theilen kann, ohne die Natur der Subſtanz ganz zu zerſtören oder dieſe zu zerlegen. Haüy bleibt bey dieſer Grenze ſtehen, und giebt dieſen Körperchen, die man einzeln darſtellen könnte, wenn unſere Werkzeuge zart genug wären, den Namen Grundmaſſen. Es iſt, nach Haüy's Meynung, ſehr wahrſcheinlich, daß eben die Grundmaſſen in dem Fluidum befindlich waren, woraus die Kryſtalliſation bewirkt worden ſey. Sie möchten übrigens alles geweſen ſeyn, was man wolle, ſo bleibe es doch ſtets wahr, daß die Theorie durch Hülfe dieſer Grundmaſſen die verſchiedenen Metamorphoſen der Kryſtalle auf einfache Geſetze zurückführt, und man zu Reſultaten gelangt, die genau mit denen der Natur übereinſtimmen.

Iſt der Kern ein Parallelepipedum, d. h. ein Solidum, welches ſechs Flächen hat, wovon je zwey einander parallel ſind, wie der Würfel, die Rhomboide u. ſ. w., und läßt dieß Solidum keine andere Theilungen weiter zu, als in der Richtung ſeiner Flächen, ſo iſt klar, daß die Grundmaſſen, die aus dieſer Untertheilung entſpringen, ſowohl vom Kerne, als von der ihn umhüllenden Maſſe, dieſem Kerne ähn-

ähnlich ſind. In den andern Fällen iſt die Form der Grundmaſſen von der des Kerns verſchieden. Es giebt auch Kryſtalle, welche durch Hülfe der mechaniſchen Theilung Theilchen von verſchiedenen Figuren geben, die durch einander durch die ganze Strecke dieſer Kryſtalle verbreitet ſind.

Was nun die Geſetze betrifft, nach welchen die Grundmaſſen vereinigt waren, um die Arten von Bekleidungen um die primitive Form herum hervorzubringen, welche ſo regelmäßig begrenzt ſind, ſo wählt Herr Haüy, um eine Vorſtellung von dieſen Geſetzen zu geben, folgendes einfache Beyſpiel. Es ſtelle (fig. 9.) cp ein Dodecaeder vor, deſſen Flächen gleiche und ähnliche Rauten ſind; dieß Dodecaeder ſey eine ſecundaire Form, die einen Würfel zum Kern oder zur primitiven Form hat. Man wird von der Stellung dieſes Würfels leicht urtheilen können, wenn man die fig. 10. betrachtet, wo die kleinern Diagonalen dc, cg, gf, fd von vier Flächen des Dodecaeders, die um eine und dieſelbe Ecke l vereinigt ſind, ein Viereck cdfg bilden. Nun giebt es aber ſechs Ecken, die aus dem Zuſammenſtoßen von vier Flächen entſtehen, nämlich die Ecken l, o, e, n, r und p, und wenn man folglich durch die kleinern Diagonalen der Flächen, die zur Bildung dieſer Ecken zuſammenſtoßen, Schnitte gehen läßt, ſo entblößt man nach und nach ſechs Quadrate, welche die Flächen des primitiven Würfels ſind, von welchen cdfg, abcd und bcgh drey vorſtellen.

Dieſer Würfel iſt offenbar eine Anhäufung cubiſcher Grundmaſſen, und es muß auch jede Pyramide, wie ldcgf, die auf den Flächen des Würfels ſitzt, ebenfalls aus Würfeln zuſammengeſetzt ſeyn, die

unter ſich ſowohl, als mit denen, welche den Kern bilden, ähnlich ſind.

Man findet unter den Kryſtallen, die theils zum ſchwefelhaltigen Eiſen, theils zum arſenikhaltigen Kobalt gehören, ein Dodecaeder, deſſen Flächen gleiche und ähnliche Fünfecke ſind, und deren Kern ein Cubus iſt. Es giebt aber eine unendliche Menge möglicher Dodecaeder, die alle gleiche und ähnliche Fünfecke zu Flächen haben, und durch die reſpektiven Neigungen ihrer Fläche verſchieden ſeyn können.

Läßt man dieſe Geſetze auf verſchiedene andere Arten abweichen, ſo kann man eine Menge neuer Polyeder errichten, welche denſelbigen Kern haben.

Die Abnahmen, welche mit den Rändern der Aufſatzſchichten parallel gehen, ſeyen nicht hinreichend, um alle Uebergänge der Kryſtalle zu erklären. Die Beobachtung zeige, daß es auch Abnahmen gebe, die parallel mit den Diagonalen geſchehen.

So könne man ſich vorſtellen, daß die Aufſatzſchichten, anſtatt um eine oder mehrere Reihen von Würfeln parallel mit der Kante abzunehmen, im Gegentheil parallel mit der Diagonale abnehmen; und man erhalte ſolchergeſtalt um einen cubiſchen Kern herum Solida von verſchiedener Form, indem man nach und nach über die verſchiedenen Flächen dieſes Kerns Schichten errichte, die ſich in Form von Pyramiden erheben, und die die Art der eben angezeigten Abnahme erleiden. Die Flächen dieſer Solida werden nicht bloß ſimpel geſtreift ſeyn, wie da, wo die Schichten parallel laufend mit den Kanten abnehmen. Sie werden vielmehr, wegen der hervorſpringenden Ecken der zuſammenſetzenden Würfel, rauh, als eine nothwendige Folge der winklichten Figur der Rän-

 der

der der Aufſatzſchichten. Da aber alle dieſe Spitzen oder Punkte in einerley Ebene liegen, ſo kann man ſich übrigens die Würfel ſo klein denken, daß die Flächen des Solidums eben ſo viele glatte und ſtetige Ebenen zu bilden ſcheinen. Herr Haüy ſucht dieß durch ein Beyſpiel deutlich zu machen.

Abnahmen an den Ecken nennt Haüy ſolche, welche parallel mit den Diagonalen entſtehen, und Abnahmen an den Rändern oder Kanten diejenigen, welche die Kanten zur Linie der Abnahmen haben.

Alle Veränderungen, welche die Kryſtalle erleiden, geſchehen nach den angeführten Geſetzen der Struktur und andern ähnlichen. Bald geſchehen die Abnahmen zugleich an allen Rändern oder an allen Ecken, wie in dem Falle des Dodecaeders mit Rautenflächen, und des Octaeders. Bald finden ſie nur an gewiſſen Rändern oder an gewiſſen Ecken ſtatt. Bald geſchehen die Abnahmen an den Rändern mit denen an den Kanten zugleich.

Es giebt gewiſſe Kryſtalle, bey welchen die Abnahmen an den Ecken nicht nach Linien geſchehen, die parallel ſind mit den Diagonalen, ſondern nach ſolchen, welche parallel ſind mit Linien, die zwiſchen dieſen Diagonalen und den Rändern liegen. Dieß geſchieht, wenn die Abnahmen durch doppelte, dreyfache u. ſ. Reihen von Grundmaſſen ſtatt haben. Dieſer beſondern Gattung von Abnahmen giebt Haüy den Nahmen der Zwiſchenabnahmen.

Bey andern Kryſtallen wechſeln die Abnahmen, ſowohl die an den Rändern als die an den Ecken, nach Geſetzen ab, deren Verhältniß nur durch den Bruch $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{4}$ ausgedruckt werden kann. Es kann

z. B.

z. B. kommen, daß jede Schicht die folgende um zwey Reihen, parallel mit den Kanten, übertrifft, und daß ſie zugleich die dreyfache Höhe einer einzigen Grundmaſſe beſitzt. Dieſe Gattung, welche eine neue Art von Ausnahmen von den einfachſten Geſetzen darbietet, nennt Haüy gemiſchte Abnahmen.

Dieſe Abnahmen, ſo wie die Zwiſchenabnahmen, exiſtiren übrigens nur ſelten, und beſonders hat ſie Haüy bey gewiſſen metalliſchen Subſtanzen angetroffen. Als er verſuchte, die gewöhnlichen Geſetze auf Varietäten von dieſen Subſtanzen anzuwenden, ſo fand er ſo große Irrthümer in dem Werthe ihrer Winkel, daß er erſt glaubte, ſie entzögen ſich der Theorie. Aber ſeit der Idee, dieſer Theorie die gehörige Ausdehnung zu geben, gelangte er zu ſo genauen Reſultaten, daß ihm kein Zweifel wegen der Exiſtenz der Geſetze blieb, von welchen dieſe Reſultate abhangen.

Wenn die Anzahl der abnehmenden Reihen ſehr veränderlich wäre, wenn es z. B. Abnahmen von 12, 20, 30, 40 Reihen, u. ſ. w. gäbe, wie dergleichen allerdings möglich wäre, ſo würde die Menge der Formen, die bey jeder Gattung von Mineralien exiſtiren könnte, unermeßlich ſeyn, und die Einbildungskraft zurückſcheuchen. Aber die Kraft, welche die Subtraction bewirkt, ſcheint eine ſehr begrenzte Thätigkeit zu haben. Am öfterſten geſchehen die Subtractionen um eine oder zwey Reihen von Grundmaſſen. Haüy hat noch keine bemerkt, die über vier Reihen gienge, und wenn eine ſolche exiſtirt, ſo muß ſie ſehr ſelten in der Natur ſtatt finden. Und ungeachtet dieſer engen Grenzen, worin die Geſetze

der Kryſtalliſation eingeſchloſſen ſind, findet Haüy, wenn er ſich bloß auf die beyden gewöhnlichſten Geſetze, d. h. auf diejenigen einſchränkt, welche die Subtraction um eine oder zwey Reihen der Grundmaſſen hervorbringen, daß der Kalkſpath 2044 verſchiedener Formen fähig wäre, eine Anzahl, welche die der bekannten Formen mehr als 50mal übertrifft.

Die Streifen, die man auf der Oberfläche einer Menge von Kryſtallen antrifft, geben einen neuen Beweis zu Gunſten der Theorie, darin, daß ihre Richtungen immer mit den Rändern der hervortretenden Auffatzſchichten parallel laufen. Die Ungleichheiten, welche aus dieſen Abnahmen entſtehen, müßten nicht bemerklich ſeyn, wenn die Form der Kryſtalle immer die Vollkommenheit hätte, deren ſie fähig iſt. Dann würde wegen der außerordentlichen Kleinheit der Grundmaſſen die Oberfläche von einer ſchönen Glätte erſcheinen, und die Streifen würden für unſern Sinn null ſeyn. Auch giebt es ſecundaire Kryſtalle, wo man ſie auf keine Weiſe bemerkt, da ſie hingegen auf andern Kryſtallen von derſelben Natur und derſelben Form ſichtbar ſind. Der letztere Fall rührt daher, daß die Action der Urſachen, welche die Kryſtalliſation hervorbringen, nicht vollkommen alle die zur Vollendung dieſer ſo delicaten Operation der Natur erforderlichen Bedingungen antraf, daß es bey ihrem Gange Unterbrechungen gab, ſo daß das Geſetz der Stetigkeit nicht vollkommen beobachtet wurde, und deshalb auf der Oberfläche des Kryſtalls unſerm Auge bemerkbare Vacua blieben. Uebrigens ſieht man, daß dieſe Arten von kleinen Abweichungen den Vortheil haben, daß ſie die Richtungen anzeigen, nach welchen die Streifen auch auf

den vollkommenen Formen, wo ſie ſich unſerm Geſicht entziehen, laufen, und daß ſie ſolchergeſtalt dazu dienen, uns den wahren Mechanismus der Structur zu enthüllen.

Die kleinen Vacua, welche auf der Oberfläche der ſecundairen Kryſtalle, auch der vollkommenſten unter ihnen, die Ränder der Aufſatzſchichten durch ihre aus- und eintretenden Winkel laſſen, liefern auch eine genugthuende Auflöſung der Schwierigkeit, daß die durch die Theilung erhaltenen Bruchſtücke, deren äußere Flächen Theile des ſecundairen Kryſtalls ausmachen, keinesweges denen ähnlich ſind, die man aus dem Innern erhält. Denn dieſe Verſchiedenheit, welche nur ſcheinbar iſt, rührt daher, daß die Facetten aus einer Menge kleiner Ebenen zuſammengeſetzt ſind, die wirklich gegen einander geneigt ſind, aber wegen ihrer Kleinheit den Anblick einer einzigen Ebene darbieten, ſo daß, wenn die Theilung dieſe Grenzen erreichen könnte, ſie alle dieſe Bruchſtücke auf Grundmaſſen, die ſowohl unter ſich, als mit denen, welche näher gegen das Centrum liegen, ähnlich wären, zurückbringen würde.

Die Fruchtbarkeit der Geſetze, von welchen die Abänderungen der kryſtalliniſchen Formen abhängen, ſchränkt ſich nicht bloß darauf ein, eine Menge verſchiedener Formen durch dieſelbigen Grundmaſſen hervorzubringen. Oft reihen ſich auch Grundmaſſen von verſchiedenen Geſtalten ſo aneinander, daß daraus ähnliche Polyeder in verſchiedenen Arten von Mineralien entſpringen. So exiſtirt das Dodecaeder mit Rautenflächen, das wir durch Verbindung cubiſcher Grundmaſſen erhalten, beym Granat in einer Structur,

tur, die aus kleinen Tetraedern mit dreyſeitigen gleich-ſchenklichten Flächen beſteht, und Haüy fand ſie auch im Flußſpath, wo auch eine Anhäufung von Tetrae-dern, aber von regelmäßigen, d. h. von ſolchen iſt, deren Flächen gleichſeitige Dreyecke ſind. Ja es iſt möglich, daß ähnliche Grundmaſſen eine und dieſelbe kryſtalliniſche Form durch verſchiedene Geſetze der Ab-nahmen hervorbringen. Endlich hatte ihn der Cal-cül auf ein anderes Reſultat geleitet, welches ihm noch merkwürdiger ſchien, daß nämlich zu Folge ei-nes einfachen Geſetzes der Abnahme ein Kryſtall exi-ſtiren kann, der dem Aeußern nach ganz dem Kerne, d. h. dem Solidum ähnlich iſt, das von keinem Ge-ſetze der Abnahme entſpringt.

Herr Haüy hat gefunden, daß alle primitive Formen ſich auf ſechs zurückbringen laſſen. Dieſe ſind: das Parallelepipedum überhaupt, worunter der Würfel, die Rhomboide, und alle Solida begriffen ſind, die durch ſechs Flächen, wovon je zwey paral-lel ſind, eingeſchloſſen werden; das regelmäßige Te-traedrum; das Octaedrum mit dreyeckigen Flächen; die ſechsſeitige Säule; das Dodecaedrum mit Rauten-flächen, und das Dodecaedrum mit dreyſeitigen gleich-ſchenklichten Flächen.

Unter dieſen Geſtalten giebt es ſolche, die ſich als Kern mit einerley Maas von Winkeln in ver-ſchiedenen Gattungen von Mineralien vorfinden. Man wird ſich darüber weniger wundern, wenn man er-wägt, daß dieſe Kerne in der letzten Inſtanz aus elementariſchen Grundmaſſen beſtehen, und daß es möglich iſt, daß eine und dieſelbe Geſtalt des Kerns in einer Gattung durch ſolche, und in einer andern Gattung durch andere Elemente hervorgebracht wer-

de,

de, die auf eine verſchiedene Weiſe verbunden ſind, ſo wie wir ſehen, daß Grundmaſſen, die kubiſch ſind, und andere, die tetraedriſch ſind, ähnliche ſecundaire Formen zu Folge verſchiedener Geſetze der Abnahme hervorbringen. Beſonders iſt es aber der Aufmerkſamkeit würdig, daß alle identiſche Formen, die bis jetzt als Kerne in verſchiedenen Gattungen angetroffen worden ſind, zu denen gehören, die einen eigenthümlichen Charakter von Vollkommenheit und Regelmäßigkeit beſitzen, wie der Würfel, das regelmäßige Octaedrum, das regelmäßige Tetraedrum, das Dodecaeder mit gleichen und ähnlichen Rhomben. Dieſe Formen ſind gewiſſermaßen Grenzen, zu denen die Natur auf verſchiedenen Wegen gelangt, da hingegen jede Form zwiſchen dieſen Grenzen nur Einer Gattung zukömmt, wenigſtens ſo weit wir nach dem gegenwärtigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe urtheilen könnten.

Die primitive Form erhält man durch Durchſchnitte, die gegen alle ähnliche Theile des ſecundairen Kryſtalls gemacht werden; und dieſe Durchſchnitte parallel mit ſich ſelbſt fortgeſetzt bringen dahin, die Form der Grundmaſſen zu beſtimmen, wovon der ganze Kryſtall eine Anhäufung iſt. Dieß ſind die feinſten Punkte, welche des Herrn Haüy Theorie betreffen, und welche er auf folgende Art deutlich zu machen ſucht.

Es giebt keinen Kryſtall, aus dem man nicht ein Parallelepipedum als Kern darſtellen könnte, wenn man ſich auf ſechs Schnitte einſchränkt, wovon je zwey parallel ſind. Bey einer Menge von Subſtanzen iſt dieß Parallelepipedum die letzte Grenze der mechaniſchen Theilung, und folglich der wahre Kern.

Es

Es giebt aber gewiſſe Mineralien, wo dieß Parallelepipedum, ſo wie das übrige des Kryſtalls, durch weitere Durchſchnitte in verſchiedenen Richtungen ſeiner Flächen theilbar iſt; und es entſpringt daraus nothwendiger Weiſe ein neues Solidum, welches der Kern ſeyn wird, wenn alle Theile des ſecundairen Kryſtalls, die auf dieſen Kern aufgeſetzt ſind, eine ähnliche Lage haben. Wenn die mechaniſche Theilung auf ein Parallelepipedum führt, das bloß durch Schnitte, die mit ſeinen ſechs Flächen parallel ſind, theilbar iſt, ſo ſind die Grundmaſſen Parallelepipeda, die dem Kern ähnlich ſind. Aber in andern Fällen iſt ihre Form von der des Kerns verſchieden. Herr Haüy ſucht dieß durch ein Beyſpiel zu erläutern. Er fand, daß, auf welche Art man entweder den Würfel, oder die Rhomboide, oder das Octaeder weiter zertheilt, man immer Solida von zwey Formen erhält, nämlich Octaeder und Tetraeder, ohne jemals das Reſultat der Theilung auf die Einheit zu bringen. Da aber die Grundmaſſen eines Kryſtalls nothwendig gleichartig ſind, ſo ſchien es ihm wahrſcheinlich, daß die Structur gewiſſermaßen eine Menge Zwiſchenräume enthalte, die theils durch Kryſtallwaſſer, theils durch eine andere Subſtanz ausgefüllt wären, ſo daß, wenn es uns verſtattet wäre, die Theilung bis zu ihrer Grenze zu treiben, eine von den beyden Arten der Solida verſchwinden, und der ganze Kryſtall ſich als aus Grundmaſſen der andern Form zuſammengeſetzt zeigen würde.

Dieß ſey um deſto zuverläſſiger, da jedes Octaeder von 8 Tetraedern und jedes Tetraeder gleichfalls von vier Octaedern umhüllt iſt, und, welche von beyden Formen man auch in Gedanken unterdrückt, die

Soli-

Solida, welche übrig bleiben, ſich genau durch ihre Ränder an einander fügen, ſo daß in dieſer Hinſicht Stetigkeit und Einförmigkeit in der ganzen Strecke der Maſſe entſpringt.

Indeſſen hat Herr Haüy gefunden, daß in verſchiedenen Mineralien gemiſchte Structuren vorkommen, welche in Anſehung der wahren Geſtalt der Grundmaſſen eine Ungewißheit hervorbringen. Doch glaubt er beobachtet zu haben, daß das Tetraeder immer eines von den Solidis iſt, die zur Bildung der kleinern Rhomboiden oder Parallelepipeden beytragen, welche man durch die erſte Theilung aus dem Kryſtall erhält. Auf der andern Seite gebe es Subſtanzen, die bey der Theilung in allen möglichen Richtungen bloß und allein Tetraeder geben. Zu dieſen gehört der Granat, die Blende und der Turmalin.

Endlich laſſen ſich mehrere Mineralien in gerade dreyeckte Prismen theilen. Dahin gehört der Apatit, deſſen primitive Form ein gerades ſechsſeitiges Prisma iſt, das parallel mit ſeinen Grund- und Seitenflächen getheilt werden kann, woraus nothwendig gerade Prismen mit drey Seitenflächen entſpringen.

Wenn man daher das Tetraeder in zweifelhaften Fällen annimmt, ſo laſſen ſich nach Herrn Haüy alle Formen der Grundmaſſen überhaupt auf drey Formen zurückbringen, welche durch ihre Einfachheit merkwürdig ſind, nämlich: das Parallelepipedum, welches das einfachſte von allen Solidis iſt, die je zwey Flächen parallel haben; das dreyſeitige Prisma, welches unter allen Prismen das einfachſte iſt; und das Tetraeder, welches unter den Pyramiden die einfachſte iſt.

Ein

Ein weſentlicher Gegenſtand iſt es, daß die verſchiedenen Formen, auf welche die gemiſchten Structuren leiten, ſo ausgewählt ſind, daß ihre Anhäufung einer Summe kleiner Parallelepipeden gleichkömmt; und daß die auf dem Kern aufgeſetzten Schichten nur eine oder mehrere Reihen dieſer Parallelepipeden abnehmen, ſo daß die Theorie im Grunde unabhängig von der Wahl der einen oder der andern Form iſt, die man durch die mechaniſche Theilung erhält.

Durch Hülfe dieſes Reſultats werden alſo die Abnahmen der Kryſtalle, wie auch ihre primitiven Formen beſchaffen ſeyn mögen, auf diejenigen zurückgebracht, welche bey denjenigen Subſtanzen ſtatt finden, wo dieſe Form, wie die ihrer Grundmaſſen, nicht weiter zu zerlegende Parallelepipeden ſind, und die Theorie hat den Vortheil, ihr Objekt allgemein machen zu können, dadurch, daß ſie die Menge von Thatſachen, die wegen ihrer Verſchiedenheit keines Vereinigungspunkts fähig zu ſeyn ſcheinen, an eine einzige Thatſache knüpft.

Uebrigens bemerkt Herr Haüy, daß er bey allen dem, was er von den Abnahmen geſagt habe, welchen die Auffatzſchichten unterworfen ſind, bloß die Abſicht gehabt habe, die Geſetze der Structur zu entwickeln, und er ſey weit entfernt zu glauben, daß in einem dodecaedriſchen Kryſtalle oder in einem von jeder andern Geſtalt, der z. B. einen Würfel zum Kern hätte, dieſer Kern gleich von Anfang an ſo gebildet geweſen wäre, wie man ihn aus dem Dodecaeder erhält, und nachher durch ſucceſſive Applikation aller der Auffatzſchichten, die ihn bedecken, zur Geſtalt des Dodecaeders gelangt wäre. Es ſcheine vielmehr

mehr im Gegentheil erwieſen zu ſeyn, daß der Kryſtall gleich vom erſten Augenblick an ſchon ein kleines Dodecaeder iſt, das einen für ſeine Kleinheit verhältnißmäßigen kubiſchen Kern einſchließt, und daß in den folgenden Augenblicken der Kryſtall durch neue Schichten, die ihn von allen Seiten einhüllen, wächſt, indem er immer daſſelbige Verhältniß gegen das ganze Dodecaeder behält.

Auch hat Herr Haüy [g]) zur Bezeichnung der primitiven Formen und der Abnahmegeſetze eine gewiſſe Art von algebraiſcher Zeichenſprache gebraucht, welche die theoretiſchen Bilder der Kryſtalle ſind.

Die fig. 11. ſtelle eine primitive Form (z. B. des Feldſpaths) vor, A, E, O, I bezeichnen die vier Winkel der obern Fläche; ſie fangen, wie gewöhnliche Schrift, oben an, und gehen von der Linken zur Rechten. Die ſechs Conſonanten B, C, D, F, G, H bezeichnen die Seiten der obern Baſis und die Kanten der Seitenfläche, welche ſich zuerſt von der Rechten zur Linken darbietet. In der Mitte der obern Baſis und der beyden Seitenflächen kommen die Buchſtaben P, M, T, welches die Anfangsbuchſtaben der Sylben pri-mi-tiv ſind.

Da auf den entgegengeſetzten analogen Seiten des Parallelepipedums daſſelbe vorgeht, was auf den bezeichneten geſchieht, ſo iſt es nur nöthig, dieſe mit Buchſtaben zu bemerken. Iſt man zuweilen genöthigt, auch die analogen Winkel und Ränder anzuzeigen; ſo wählt man dieſelben Buchſtaben im Kleinen.

Um

g) Traité de mineralogie. Tomes V. à Paris. 1801.

Um die Abnahme durch 1, 2, 3 u. ſ. w. Reihen in die Breite zu bezeichnen, bedient man ſich der Zahlen 1, 2, 3 u. ſ. w.; um die Abnahmen in die Höhe auszudrucken, der Brüche $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$.

P, M, T bezeichnen nicht nur die Form des Kerns, ſondern auch die Seitenflächen, die mit denen des Kerns parallel laufen, wenn die Abnahme nicht ihre Grenze erreicht.

Man ſetze nun, daß eine ſolide Ecke O durch eine additionelle Facette unterbrochen ſey. Dieſe Abnahme kann oben auf der Baſis P, oder rechts T, oder links M, ſtatt finden. Im erſten Falle ſetzt man dem zu Folge die Ziffer oben, im zweyten rechts, im dritten Falle links des Buchſtabens. $\overset{2}{O}$ bezeichnet demnach die Wirkung einer Abnahme zweyer Reihen in der Breite, dem Durchſchnitt der Baſis P parallel, der den Winkel E durchſchneidet; O^3 Wirkung einer Abnahme dreyer Reihen in der Breite, der Diagonale der Fläche T parallel, die durch den Winkel I geht; ${}^4O$ Wirkung einer Abnahme von vier Reihen, der Diagonale der Fläche M parallel, welche den Winkel E durchſchneidet. Um die andern Winkel zu beſchreiben, verfährt man eben ſo, indem man ſich immer den Beobachter der Spitze gegenüber denkt.

Auf ähnliche Weiſe bezeichnet man die Abnahme der Seiten. $\overset{2}{D}$ bezeichnet z. B. eine Abnahme zweyer Reihen gegen C; $\overset{3}{C}$ eine Abnahme dreyer Reihen gegen D über u. ſ. w. ${}^4G$ eine Abnahme von vier Reihen gegen H zu. Braucht man die kleinern Buchſtaben, ſo muß man ſich die Kryſtalle mit der

hin-

hintern Baſis nach oben zu denken; $\underset{3}{C}$ würde eine Abnahme dreyer Reihen von sp gegen EO bezeichnen.

Wenn derſelbe ſolide Winkel oder derſelbe Rand viele hinter einander folgende Abnahmen von denſelben oder von verſchiedenen Seiten erleidet, ſo wiederholt man den Buchſtaben. $\overset{2}{D}\underset{3}{D}$ z. B. bezeichnet zwey Abnahmen auf der Kante D, eine von zwey Reihen auf der Baſis P, die andere von drey Reihen an der Fläche M.

Die vermiſchten Abnahmen bezeichnet man mit Brüchen $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, wobey der Zähler ſtets die Abnahme in die Breite, der Nenner die Abnahme in die Höhe bezeichnet.

Die Zwiſchenabnahmen bezeichnet man folgender Maaßen (fig. 12.): A, E, O, I bedeute dieſelbe Fläche, welche in fig. 11. damit bezeichnet iſt. Iſt xy eine Zwiſchenabnahme, ſo ſchreibt man $(\overset{1}{O}D^1F^2)$; die Parentheſen bezeichnen das Intermediäre, $\overset{1}{O}$ bezeichnet die Abnahme einer Reihe auf der obern Baſis, und D^1F^2, daß, während D eine Abnahme von einer Reihe Theilchen erleidet, zwey Reihen längſt der Seite F entzogen ſind. Mit Worten ausgeſprochen hieße O^2, ^3O: zwey rechts O, drey links O. $(\overset{1}{O}D^1F^2)$ ließt man: in Parentheſe, O unter Eins, D eins, F zwey.

Herr Haüy verfolgt die Methode genauer ins Detail, damit man leicht beſchreiben könne. Be-

ſchränkte ſich jemand bloß auf das Leſen der Zeichen, ſo bedarf er nur folgender Regeln:

1. Alle Vocale bezeichnen einen ſoliden Winkel (Ecke), und alle Conſonanten den Rand, jedesmal der Seite, die auf dem Kern angezeigt iſt.

2. Jeder Vocal und Conſonant hat Ziffern, deren Werth und Stellung die Summe und die Richtung der Abnahme bezeichnet, die der Winkel oder die Seite erleidet. PMT bezeichnen, daß der Kryſtall mit der Fläche, die dieſe Buchſtaben bezeichnen, parallel läuft.

3. Jeder Buchſtabe mit ſeinem Zeichen bedeutet zugleich alle Winkel und Ränder des Kryſtalls, die mit dem bezeichneten gleiche Funktionen haben.

4. Jede Zahl bezeichnet die Summe der Abnahme, die vom Winkel oder Rand ausgeht, in die Breite, aber nur von einer Schicht integrirender Theilchen. Wenn man einen Bruch wahrnimmt, ſo bedeutet der Zähler die Abnahme in die Breite, und der Nenner die in die Länge.

5. Oben, unten, rechts und links des Buchſtabens, bedeutet die Zahl die Richtung der Abnahme nach einer der Seiten.

6. Wenn ein Buchſtab doppelt mit Zahlen auf beyden Seiten vorkommt, z. B. B. $^2AA^2$, $G^{22}G$ u. ſ. w. ſo muß man die Winkel oder Seitenabnahmen auf beyden Seiten darunter verſtehen;

7. Wenn ein Buchſtabe zu beyden Seiten Ziffern hat, z. B. 3G3, ſo bedeutet es, daß es einerley ſey, auf welche von beyden Seiten die Abnahme geſchehe. Daſſelbe gilt von den Winkeln.

8. Die Parentheſe ($\overset{3}{O}$D . F2) bedeutet Zwiſchenabnahme.

9. Jeder kleine Buchſtabe bedeutet den Winkel oder den Rand, der diametriſch dem mit großen Buchſtaben bezeichneten entgegengeſetzt iſt. Der Buchſtabe e, der ſtets auf den Rhomboiden ſich befindet, bedeutet den entgegengeſetzten Winkel deſſen, der den Buchſtaben E führt;

10. Wenn ein Zeichen zwey gleichnamige Buchſtaben verſchiedener Größe enthält, ſo bedeutet es, daß die beiden bezeichneten Ränder oder Winkel ausſchließlich Abnahme erleiden.

11. Jeder große oder kleine Buchſtabe, der eine Ziffer mit einem o hat, zeigt, daß die Abnahme des Winkels oder des Randes o iſt.

Zu den unbeſtimmbaren Kryſtallen rechnet Herr Haüy die linſenförmigen, cylindriſchen, nadelförmigen, die geſtreiſten, fibröſen und geſtaltloſen überhaupt.

Die Concretionen begreifen alle coagulirte oder zum Geſtehen gebrachte Subſtanzen. Zu dieſen gehören

1. die Stalaktiten; Körper, die ſich an den Gewölben der Hölen bilden, und die Stalagmiten, die von dem Falle einer Flüſſigkeit auf dem Boden entſtehen.

2. Incruſtationen, Tuff, Sinter, die ſich an oder um irgend einen Körper anſetzen; Geoden, die in ſich einen Kern enthalten.

3. Pſeudomorphoſen, Geſtalten, die ein falſches irreführendes Anſehen haben. So findet man viele verſteinerte Conchylien, petrificirtes Holz, Abdrücke

 von

von Moos und Farrenkräutern, welche auch Verſteinerungen genannt werden.

Da bisher die Lehre von den chemiſchen Verwandtſchaften immer noch ſehr vielen Zweifeln unterworfen war, und ſelbſt der berühmte Fourcroy alle Theorien der Affinität für bloße Hypotheſen erklärte, weil alle Data dazu fehlten, wir die meßbaren Eigenſchaften der kleinſten Theilchen, auf welche die Anziehung wirke, nicht kennten und kein Mittel beſäßen, ihren Umfang, ihre Geſtalt, ihre Oberfläche, ihre relative Schwere, ihren Abſtand von einander zu beſtimmen, und ſie in den verſchiedenen einfachen oder unzerlegbaren Körpern, deren Gewebe und Natur von ihnen abhange, unter einander zu vergleichen, ſo unternahm es Herr Berthollet, neue Unterſuchungen über dieſen wichtigen Gegenſtand anzuſtellen, welche in den IIIten Band der Mémoires der Claſſe der mathematiſchen und phyſiſchen Wiſſenſchaften des National-Inſtituts eingerückt ſind. Herr Bergmann und Andere betrachteten die Affinitäten als conſtante und abſolute Kräfte, bey welchen es nicht auf das Verhältniß ankomme, in welchem eine Materie angewandt werde. Herr Berthollet bemüht ſich dagegen, zu zeigen, daß in allen Zuſammenſetzungen und Trennungen, welche eine Wirkung der Wahlverwandtſchaft ſind, allezeit eine Theilung des Gegenſtandes A, auf welchen die Verwandtſchaftskräfte der Materien B und C gerichtet ſind, ſtatt finde, ſo daß man dieſe beyden Subſtanzen, welche auf die Verbindung A hinwirken, gleichſam als zwey entgegengeſetzte Kräfte betrachten kann, die, während ſie gegenwärtig ſind, den Gegenſtand der Vereinigung im Verhältniſſe ihrer Intenſität unter einander theilen,

len, welche Intenſität nicht bloß von der Energie ihrer Verwandtſchaft, ſondern auch von ihrer Quantität abhängt, ſo daß, wenn man die Quantität abändert, man einen andern Effekt erhält, und die Quantität die Stärke der Affinität erſetzen kann, um denſelben Grad von Sättigung hervorzubringen.

Nach Berthollet iſt Maſſe die Quantität, ſo fern ſie der Maaßſtab der Sättigungs-Capacität verſchiedener Subſtanzen iſt, und die chemiſche Aktion einer Subſtanz iſt proportionirt der Quantität, die nothwendig iſt, um einen beſtimmten Grad von Sättigung hervorzubringen. In dieſer Hinſicht kann man auch das Produkt aus der Gewichtsmenge eines Stoffs in ſeine chemiſche Verwandtſchaftskraft die Maſſe deſſelben nennen, und den obigen Satz ſo ausdrucken, daß ſich A, als der Gegenſtand der Verbindung zwiſchen B und C, im Verhältniſſe ihrer chemiſchen Maſſen theile.

Verſuche, welche beweiſen, daß in den einfachen Wahlverwandtſchaften einander entgegengeſetzte Subſtanzen diejenige, welche der Gegenſtand der Verbindung iſt, unter ſich theilen, ſind dieſe: 1. die ſchwefelſaure Schwererde wurde zum Theil durch die kauſtiſche Potaſche zerſetzt; 2. die ſchwefelſaure Potaſche wurde jedoch nur in geringem Grade durch den Kalk zerſetzt; 3. der kleeſaure Kalk wurde zum Theil durch die Salpeterſäure zerſetzt; 4. der kleeſaure Kalk wurde zum Theil durch die kauſtiſche Potaſche zerſetzt; 5. der phosphorſaure Kalk wurde größtentheils durch die kauſtiſche Potaſche zerſetzt. In allen dieſen Fällen wurde der zerſetzende Körper in einem größern Verhältniſſe angewandt. Merkwürdig war es, daß die abgetrennte Subſtanz, die

nie im Stande war, den zugeſetzten zerſetzenden Körper vollkommen zu ſättigen, immer nur mit einem Theile dieſes Körpers zu einer neutralen Verbindung ſich vereinigte, während der größere Theil gleichſam ungeſättigt blieb. 6. Bey Anwendung gleicher Theile kauſtiſcher Potaſche und kohlenſauren Kalks wurde ein Theil dieſes letztern zerſetzt. 7. Die ſchwefelſaure Potaſche wurde zu einem großen Theile von der Soda zerſetzt.

Wenn eine Verbindung zerſetzt werden ſoll, ſo nimmt die Wirkung der zerſetzenden Materie ab in dem Verhältniſſe, in welchem ſie ſich der Sättigung nähert; dagegen nimmt die Wirkung der ausgeſchiedenen Subſtanz in dem Verhältniſſe zu, als ihre Quantität größer wird, und die Zerſetzung dauert nur ſo lange, bis die einander entgegengeſetzten Kräfte in einen Zuſtand von Gleichgewicht gelangt ſind.

Hiernächſt führt Berthollet Beobachtungen an, welche das Princip der chemiſchen Wirkung im Verhältniſſe der Maſſen beſtätigen. So kann man z. B. die kohlenſaure Potaſche durch kauſtiſchen Kalk nie ganz ihrer Kohlenſäure berauben. Der abgerauchten Lauge kann man aber nun durch eine ſchwache Verwandtſchaft denjenigen Theil des Laugenſalzes entziehen, der zur Conſtitution der kohlenſauren Potaſche überflüſſig iſt, d. h. die ganze Portion, welche nicht durch eine hinlängliche Maſſe der Kohlenſäure geſchützt iſt. Dieß leiſtet der Weingeiſt. Umgekehrt kann man aber auch durch immer wieder erneuerten Zuſatz der kauſtiſchen Potaſche den kohlenſauren Kalk zerſetzen. Die ganze Verſchiedenheit der Reſultate würde in den Quantitäten der einen und der andern Subſtanz beſtehen, welche man anwenden müßte, um einen entgegengeſetzten Effekt hervorzubringen.

So

So iſt es auch mit dem phosphorſauren Kalke; er wird von der Schwefelſäure nicht vollkommen zerſetzt, ſondern bloß in ſäuerlichen phosphorſauren Kalk verwandelt, der überdieß nicht immer von gleichem Grade der Ueberſäurung iſt. Eben ſo hält die Alaunerde, die doch nur eine geringe Verwandtſchaft hat, bey ihrer Niederſchlagung aus dem Alaun immer einen Theil der Schwefelſäure und des Laugenſalzes zurück, und wenn man den Ueberſchuß an Alaunerde in einer Säure auflößt, ſo erhält man durch Kryſtalliſation wahren Alaun. Wenn man daher in einer Analyſe eines Minerals die Alaunerde niederſchlägt, ſo iſt das Quantum, das man erhält, nie das reine Quantum von Alaunerde, ſondern man muß davon die beygemiſchte Säure, ſo wie das Laugenſalz, abziehen.

Das bisher aufgeſtellte Princip kann in ſeinen Anwendungen durch die verſchiedenen Eigenſchaften der Körper verſchiedentlich modificirt werden. Eine ſolche Modifikation kann nach Berthollet beſonders von der Unauflöslichkeit der Subſtanzen herrühren. Wenn die Subſtanz unauflöslich iſt, ſo iſt ihre Wirkung nur geringe; denn nur die Berührungspunkte ſetzen ihre Wirkung dem Widerſtande der flüſſigen Theile entgegen, welche ſich in der Sphäre der Wirkſamkeit befinden, und während deſſen nimmt der Widerſtand der Flüſſigkeit in dem Verhältniſſe zu, in welchem die Zerſetzung fortſchreitet. Wenn ein Körper nur wenig auflöslich iſt, ſo wird ſeine Wirkung durch die Verdoppelung ſeiner Quantität darum nicht verdoppelt, denn es wird verhältnißmäßig nicht mehr aufgelößt. Wenn bey der Trennung einer Verbindung die abgetrennte Subſtanz niedergeſchlagen wird, ſo braucht man bis ans Ende die Quantität des Niederſchlagungsmittels nicht zu vermehren, man hat ge-

rade ſo viel von dieſem nöthig, als zur Niederſchlagung überhaupt erforderlich iſt, weil ſich die niedergeſchlagene Materie der chemiſchen Wirkung entzieht; ganz anders verhält ſich die Sache, wenn die abgetrennte Materie flüſſig wird, weil alsdann ihre Wirkung mit ihrer Quantität zunimmt, während die Wirkung des Niederſchlagungsmittels durch ſeine Sättigung abnimmt. Dieß iſt beſonders dann der Fall, wenn die Subſtanz, welche man einer Verbindung entgegenſetzt, wenig auflöslich iſt. Wenn eine Subſtanz unauflöslich iſt, und folglich nur in den wenigen Punkten der Berührung die Wirkung erfährt, ſo ſieht man leicht ein, daß es nicht die wägbare Quantität der flüſſigen Subſtanz, ſondern ihre Concentration iſt, was die Wirkung beſtimmt, welche ſie hervorbringt, oder die Maſſe, mit welcher ſie in der Sphäre der Wirkſamkeit wirkt.

Ferner kommt die Cohäſion der kleinſten Theilchen ebenfalls noch ſehr in Betrachtung, wie fern ſie der Aeußerung der chemiſchen Verwandtſchaft zu den fremdartigen Theilen, welche ſich mit ihnen verbinden wollen, entgegen wirkt, dergeſtalt, daß das Reſultat nicht von der Kraft allein abhängt, welche in der Sphäre der Wirkſamkeit die Flüſſigkeit und die feſten Theile ausüben, ſondern auch von dem Verhältniſſe dieſer Kraft zur Kraft der Cohäſion. Auch die Kryſtalliſationskraft, welche die Kryſtalliſation in einer ſalzigen Auflöſung erzeugt, beſtimmt die Grenze der Sättigung mit dieſem Salze, zu welcher das Waſſer gelangen kann, dergeſtalt, daß wenn das Waſſer keine größere Quantität davon auflößt, dieß nicht daher rührt, daß ſeine Verwandtſchaft für daſſelbe befriedigt iſt, ſondern daher, daß dieſe Verwandt-

ſchaft

ſchaft nicht mehr ſtark genug iſt, den Widerſtand der Kryſtalliſation zu überwinden. Von der Kryſtalliſationskraft hängt es ab, daß in einer Auflöſung, in welcher ein Uebermaaß von Säure oder Laugenſalz iſt, ſich doch ein neutrales Salz bildet; doch muß dieſes Uebermaaß nicht zu groß ſeyn, denn die Kryſtalliſation hält nicht inne, ſobald ſich ein Gleichgewicht zwiſchen dieſen Kräften eingeſtellt hat. Uebrigens iſt die Kryſtalliſationskraft in den verſchiedenen Salzen ſehr verſchieden. Was man ausgeſchieden oder frey in einer Verbindung nennt, iſt es in der That nicht; dieſer Ausdruck zeigt bloß an, daß dieſe Subſtanz für einen beſtimmten Punkt der Sättigung überflüſſig geworden iſt, und daß ſie durch eine ſchwache Verwandtſchaft abgetrennt werden kann. Die Niederſchläge können in gewiſſer Hinſicht als ſchleunig erfolgende Kryſtalliſationen betrachtet werden. Die Cohäſionskraft muß der chemiſchen Wirkung einer Subſtanz auf eine doppelte Art entgegen ſeyn: 1. weil ſie ſich ihrer auflöſenden Wirkung entgegenſetzt; 2. weil ſie eine Abtrennung wieder hervorzubringen ſtrebt. Wenn eine Subſtanz eine große Neigung hat, den feſten Aggregatzuſtand anzunehmen, indem ſie ſich mit einer andern in gewiſſen Verhältniſſen verbindet, ſo wird ſie ſich in dieſem Zuſtande der Verbindung, ohne daß hiebey die Wahlverwandtſchaft im Spiel wäre, abtrennen, und es wird im flüſſigen Zuſtande nichts bleiben, als diejenige Quantität, deren Cohäſionskraft durch die Wirkung der Flüſſigkeit überwunden werden kann.

Auch die Elaſticität der Subſtanzen, welche eine chemiſche Wirkung ausüben, iſt eine den Verwandtſchaften der flüſſigen Körper entgegengeſetzte Kraft. Um eine

eine Subſtanz abzutrennen, welche in elaſtiſcher Form entweicht, braucht man von der Subſtanz, welche die Zerſetzung bewirkt, nicht mehr, als gerade nothwendig geweſen wäre, die Verbindung, in welche ſie eingeht, unmittelbar zu bilden, denn die entweichende Subſtanz wirkt nicht durch ihre Maſſe zurück. Dieß findet nun ſeine Anwendung

1. auf die Kohlenſäure, die von allen Baſen abgetrennt wird, und ſelbſt durch Säuren abgetrennt werden könnte, welche eine ſchwächere Verwandtſchaft haben.

2. auf die Salzſäure, wenn ſie durchs Waſſer zurückgehalten wird, z. B. bey der Abtrennung aus trockenem Kochſalze durch concentrirte Schwefelſäure.

3. auf das Ammoniak.

Auch zwiſchen der Schwefelſäure und der feuchten Luft geſchieht eine Theilung; die concentrirte Schwefelſäure zieht ſo lange Waſſer an, bis ein Gleichgewicht eingetreten iſt.

Die Elaſticität bringt alſo Wirkungen hervor, die denjenigen der Cohäſionskraft analog ſind, indem ſie auf eine entgegengeſetzte Art die Wirkungen der einer jeden Subſtanz eigenthümlichen Verwandtſchaften modificirt.

Noch weiter wirkt die Wärme als eine der Affinität entgegengeſetzte Kraft. Wenn die Subſtanzen gleich feuerbeſtändig, aber nicht flüſſig ſind, ſo vermehrt die Wärme ihre wechſelſeitige Wirkung, indem ſie die Cohäſionskraft, die ſelbſt zwiſchen den Theilen einer Flüſſigkeit ſtatt findet, vermindert. Wenn Eine Subſtanz unter zweyen, die einander entgegengeſetzt waren, eine viel größere Dilatation durch die

Wär-

Wärme annehmen kann, ſo wirkt die Wärme als eine der Affinität, welche ſie mit der andern Subſtanz verband, entgegengeſetzte Kraft. Auch erfolgen Zerſetzungen bey hohen Temperaturen, die bey niedrigen erfolgt wären, wenn ein Unterſchied der Flüſſigkeit zwiſchen den verſchiedenen Subſtanzen ſtatt findet. Wenn auf der einen Seite die Erhöhung der Temperatur der Wirkung der elaſtiſchen Subſtanzen auf die fixen ſchadet, ſo iſt ihre Erniedrigung dieſer Wirkung günſtig. So lößt das Waſſer mehr Kohlenſäure bey einer niedrigen als bey einer hohen Temperatur auf, und es iſt wahrſcheinlich, daß man ſehr von einander abweichende Reſultate erhalten würde, wenn man die Wirkung der Salzſäure mit derjenigen der Schwefelſäure, die Wirkung des Ammoniaks mit derjenigen der Potaſche in einem Zwiſchenraume von 20 Graden mit einander vergliche. Selbſt zwiſchen den Theilen eines elaſtiſchen Fluidums findet Cohäſionskraft ſtatt, was man daraus erkennt, daß dieſe Theile auf eine gleichförmige Art die Subſtanzen, welche ſie auflöſen, unter einander theilen, denn dieſe Theilung kann nicht ohne wechſelſeitige chemiſche Anziehung geſchehen, und dieß conſtituirt die Cohäſionskraft. Die Wärme begünſtigt die Verbindung zweyer Subſtanzen in der Verglaſung, ſie wirkt mit der wechſelſeitigen Verwandtſchaft dieſer Subſtanz zuſammen; daher kommt es, daß diejenigen, welche iſolirt der Schmelzung widerſtanden hätten, unter einander gemengt flüſſig werden.

Unter dem Ausdrucke Beſchlag verſteht Herr Berthollet die Eigenſchaft, ſich über die Maſſe zu erheben, welcher eine Subſtanz einverleibt war, und ſich dadurch der chemiſchen Wirkung zu entziehen.

Der

Der Beſchlag wirkt wie der Niederſchlag. Er bewirkt, daß durch den Kalk das Kochſalz zerſetzt, und die Soda, welche als Beſchlag ſich auf die Oberfläche abſetzt, abgetrennt werden kann. Um eine vollkommene Zerſetzung zu bewirken, müßte man auch die ſalzſaure Kalkerde abtrennen können. Eben ſo wird die ſchwefelſaure, ſalpeterſaure, ſalzſaure Soda durch das Eiſen zerſetzt; die Effloreſcenz der Soda iſt hier die vermittelnde Kraft. Ueber die Salze, deren Baſis Potaſche iſt, hat daher das Eiſen keine Gewalt.

Was die Auflöſungsmittel betrifft, ſo wendet man dieſe hauptſächlich darum an, um den Widerſtand zu überwinden, welcher von der Cohäſion der Theile, welche man in Wechſelwirkung mit einander ſetzen will, oder von ihrer Elaſticität herrührt, und ihre wechſelſeitige Berührung zu vermehren. Alles, was von den chemiſchen Verbindungen angeführt wurde, findet hier ebenfalls ſeine Anwendung. Wenn ein Niederſchlag erfolgt, welcher ſich nur eine ſehr geringe Menge Waſſers aneignet, ſo ſchwächt das Waſſer, das ſich nun in größerm Verhältniſſe mit den Subſtanzen findet, welche aufgelößt bleiben, ihre Cohäſionskraft; es wirkt mit der entgegengeſetzten Kraft zuſammen, um das Präcipitat zu hindern, ſich zu bilden, deßwegen wird in den Präcipitationen, wo viel Waſſer mitwirkt, der Effekt der Präcipitation nur vollkommen durch das Kochen oder die Verdunſtung, welches ſeine Quantität vermindert. Wenn von den zwey Beſtandtheilen einer Zuſammenſetzung, welche eine ſchwache Verwandtſchaft gegen einander haben, der eine ſehr auflöslich, der andere wenig auflöslich im Waſſer iſt, ſo bewirkt eine große Menge Waſſers eine Abtrennung, es lößt den auflöslichen

Theil auf, der etwas von der unauflöslichen Subſtanz mit in die Auflöſung bringt, während der unauflösliche Theil ebenfalls einen kleinen Theil der auflöslichen Subſtanz zurückbehält. So wirkt eine große Menge Waſſers auf das ſchwefelſaure Queckſilber, ein Theil der Schwefelſäure vereinigt ſich mit dem Waſſer, und hält etwas Queckſilberoxyd aufgelößt, ein großer Theil dieſes Oxyds fällt nieder, und hält einen Theil der Schwefelſäure zurück. Gießt man auf das erſte Präcipitat Waſſer, ſo entzieht ihm dieſes etwas von ſeiner Säure, welche eine kleine Portion Oxyd zurückhalten wird. Ein Grundſatz, der mannigfaltige Anwendung zuläßt, iſt folgender: das Auflöſungsmittel läßt ſich in jedem Verhältniſſe mit der Subſtanz, welche es auflößt, finden, wenn dieſe ihm keine hinreichende Kraft entgegenſetzen kann; aber ſobald dieſer Widerſtand dem, was noch von auflöſender Kraft übrig iſt, gleich iſt, ſo bilden ſich zwey Verbindungen, deren Kräfte einander das Gleichgewicht halten.

Wenn man zwey Metalle zuſammenſchmilzt, welche reſpektive wenig Verwandtſchaft zu einander haben, ſo erhält man zwey Verſetzungen in verſchiedenen Verhältniſſen. So geben Zink und Bley zwey Verbindungen, wenn ſie in gewiſſen nicht ſehr ungleichen Verhältniſſen zuſammengeſchmolzen werden; nämlich eine, worin viel Zink und wenig Bley, die andere, worin viel Bley und wenig Zink ſich findet.

Ferner redet Herr Berthollet von der Beſtimmung der Wahlverwandtſchaften. Die Wahlverwandtſchaft zweyer Subſtanzen gegen eine dritte beſtimmen, heißt angeben, in welchem Verhältniſſe dieſe dritte Subſtanz ihre Wirkung zwiſchen die zwey

erſtern

erſtern theile, und bis zu welchem Grade von Sättigung jede derſelben gelange, wenn ſie einander ihre Kräfte entgegenſetzen. Bey gleichen Quantitäten würde der comparative Grad der Sättigung das Maaß der reſpektiven Verwandtſchaften abgeben. Unter Sättigung verſteht Berthollet nicht die abſolute Sättigung, wo jede gegenſeitige Wirkung aufhören würde, ſondern einen Grad von Sättigung, welcher leicht zu erkennen iſt, und welcher allen Verbindungen gemeinſchaftlich zukömmt; es iſt derjenige der Neutraliſirung, wo von keinem der Beſtandtheile die Eigenſchaften herrſchend ſind. Der Betrachtung zu Folge, daß die Verwandtſchaft durch die Quantität erſetzt werden kann, ſcheint es hinreichend zu ſeyn, die Sättigungscapacitäten der verſchiedenen Baſen für eine Säure, oder der verſchiedenen Säuren für eine Baſis zu erkennen, um das Verhältniß ihrer Verwandtſchaft zu beſtimmen; denn ſie müßte in dem umgekehrten Verhältniſſe der zur Hervorbringung des nämlichen Grades von Sättigung nöthigen Quantitäten ſtehen. Dieß iſt aber falſch, weil, wenn man zwey Subſtanzen in Concurrenz mit einer dritten bringt, neue Kräfte ins Spiel kommen.

Hierauf führt Herr Berthollet einige Irrthümer an, welche von einer falſchen Idee von Wahlverwandtſchaft herrühren. Er ſucht hier vorzüglich die in der Erklärung mancher ſcheinbaren Verwandtſchafts-Anomalien liegenden aufzudecken; z. B. in der Erklärung der Zerſetzung der ſchwefelſauren Potaſche durch ſchwächere Säuren aus dem großen Hange der Schwefelſäure, eine ſäuerliche ſchwefelſaure Potaſche zu bilden, u. ſ. w.

In

In Anſehung der zuſammengeſetzten Verwandtſchaften beruht Bergmann's Erklärung von dem Mechanismus der doppelten Wahlverwandtſchaften ebenfalls auf der unrichtigen Idee, daß die Affinitäten conſtante Kräfte ſind, unabhängig von den Quantitäten und dem Zuſtande der Sättigung. Wenn man die zwey Salze, ſchwefelſaure Potaſche und ſalzſauren Kalk, mit einander verbindet, ſo bildet ſich nicht, wie Bergmann und Andere mit ihm glaubten, ſalzſaure Potaſche und ſchwefelſaurer Kalk, ſondern es wird eine Verbindung von Potaſche, Kalk, Schwefelſäure und Salzſäure eintreten, welche den nämlichen Grad von Sättigung als vor der Vermiſchung zeigen wird. Denn man bemerkt weder vorſtechendes Laugenſalz noch vorſtechende Säure, was doch der Fall ſeyn müßte, wenn ein Austauſch der Beſtandtheile eingetreten wäre. Was eigentlich den Niederſchlag bewirkt, iſt eine neue Kraft. Wenn nämlich die Menge Waſſers nicht groß iſt, ſo erfährt der Kalk in der Berührung, in welcher er ſich mit der Schwefelſäure befindet, die Wirkung der Cohäſionskraft in einem höhern Grade als die Potaſche. Dieß iſt folglich eine neue Kraft, welche zu denjenigen, welche ſchon exiſtirten, hinzugekommen iſt; ſie muß die Verbindung der Schwefelſäure mit dem Kalk, ſo wie zugleich die Niederſchlagung dieſer neuen Verbindung entſcheiden. Indeſſen haben noch mehrere Umſtände auf das Reſultat der zuſammengeſetzten Verwandtſchaften Einfluß, z. B. die Bildung eines dreyfachen Salzes. Auch die Wärme modificirt dieß Reſultat. Wenn in dem Gemiſche eine flüchtige Säure und eine flüchtige Baſis ſind, ſo wird bey der Erwärmung die Verbindung der flüchtigen Säure mit der flüchtigen Baſis erfolgen, und dieſe ſich ſublimi-

ren. Auch die Efflorescenz übt ihren Einfluß aus, und kann eine Verbindung beſtimmen, die mit dieſer Eigenſchaft begabt iſt.

In den zuſammengeſetzten Verwandtſchaften bildet ſich folglich ein anderer Grad von Sättigung nicht anders, als nach Maaßgabe der Verbindungen, welche ſich abtrennen können, und die Kraft der Cohäſion und Elaſticität bringt hier ihre Wirkung vollſtändiger, als in den einfachen Wahlverwandtſchaften hervor.

Was die Niederſchlagung der metalliſchen Auflöſungen durch andere Metalle betrifft, ſo behalten die Metalle, welche im Zuſtande eines Oxyds durch alkaliſche und erdigte Baſen niedergeſchlagen werden, gewöhnlich einen Theil der Säure und ſelbſt der niederſchlagenden Baſis zurück. Bey der Niederſchlagung durch ein anderes Metall ſollte eigentlich eine Theilung des Sauerſtoffs zwiſchen beyden Metallen erfolgen, aber gewöhnlich wird das eine Metall in metalliſcher Geſtalt niedergeſchlagen. Die edlen Metalle und das Queckſilber haben wenig Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe; die Wärme, indem ſie das Queckſilber ausdehnt, vermindert hinlänglich die Kraft der gegenſeitigen Verwandtſchaft zwiſchen ſeinen Theilen, um eine Verbindung derſelben mit dem Sauerſtoffe zu determiniren, und ein noch höherer Grad der Wärme reicht durch den Unterſchied der Ausdehnung, welche er in dem Queckſilber und in dem Sauerſtoffe hervorbringt, zu ihrer Trennung hin. Wenn die Cohäſionskraft in dem Queckſilber hinreicht, ſeine Oxydirung zu verhindern, ſo wird eben dieſe Kraft zu ſeiner Entoxydirung mit der Wirkung eines Metalls, welches geradezu auf den Sauerſtoff wirkt, zuſammen

wirken können. Es iſt eine Kraft, welche der die Kryſtalliſation und die Niederſchläge bewirkenden analog iſt. Bey der Niederſchlagung eines Metalls durch ein anderes kommt die wechſelſeitige Verwandtſchaft der Theile des erſtern Metalls, unter einander ſowohl als für die Theile des andern Metalls, in Betracht. Bey der Niederſchlagung des Queckſilbers aus ſeinen Auflöſungen durch eine Kupferplatte verbindet ſich das Queckſilber mit dem Kupfer; wendet man dagegen Eiſen an, ſo erfolgt die Niederſchlagung erſt nach einigen Stunden, und zwar mehr im Zuſtande eines Oxyds als im metalliſchen Zuſtande. Man ſieht hieraus deutlich, daß die bloße Verwandtſchaft des präcipitirenden Metalls zum Sauerſtoffe nicht die Urſache der Niederſchlagung ſeyn kann; denn das Eiſen hat eigentlich eine größere Verwandtſchaft zu dieſem Sauerſtoffe, als das Kupfer, und doch iſt die Niederſchlagung des Queckſilbers nur ſo unvollkommen.

Endlich handelt Herr Berthollet von der reſultirenden Verwandtſchaft. Hierunter verſteht er diejenige, deren Wirkung aus mehreren Verwandtſchaften in der nämlichen Subſtanz hervorgeht, und gleichſam reſultirt. So iſt z. B. die Salpeterſäure zuſammengeſetzt aus Stickſtoff und Sauerſtoff. Wenn ſich daher dieſe Säure mit der Potaſche verbindet, ſo wirkt ſie auf die Potaſche mit einer Verwandtſchaft, welche aus jener des Stickſtoffs und des Sauerſtoffs reſultirt. Umgekehrt wirkt die Potaſche auf den Sauerſtoff und Stickſtoff. Durch Annahme dieſes Princips laſſen ſich mehrere Erſcheinungen erklären. Die Elementarverwandtſchaften müſſen nothwendig in der reſultirenden Verwandtſchaft modificirt werden.

1. Die reſultirende Verwandtſchaft muß eine geringere Kraft, als ihre elementariſchen Verwandtſchaften ſeyn, wiefern dieſe bereits eine Art von Sättigung erfahren haben.

2. Wenn eine der Subſtanzen, welche ſich verbinden, aus dem feſten in den flüſſigen Zuſtand übergeht, ſo erlangt ſie die Vortheile, welche den Auflöſungsmitteln zukommen, und ihre durch den feſten Zuſtand verſteckte Verwandtſchaft wird wirkſam in der reſultirenden Verwandtſchaft, wie z. B. die Verwandtſchaft des Schwefels zum Sauerſtoffe im Schwefelalkali. Die Wirkung des Schwefels iſt in der That um alle diejenige vermindert, welche er auf die Potaſche und das Waſſer ausübt, welches der Schwefelleber zum Auflöſungsmittel dient; aber er gewinnt weit mehr durch den Flüſſigkeitszuſtand, welchen er erhält, als er durch dieſe Sättigung verliert. Strenge genommen wirken alle Subſtanzen, deren Feſtigkeit durch ein Auflöſungsmittel überwunden worden iſt, durch eine reſultirende Verwandtſchaftskraft.

3. Die entgegengeſetzte Veränderung bringt den entgegengeſetzten Effekt hervor. Wenn die Subſtanzen durch ihre Verbindung feſt, oder geneigter zur Kryſtalliſation werden, ſo ſetzt dieſer Umſtand etwas zu dem Verluſte an Verwandtſchaftskraft, welcher ſchon von der Sättigung herrührt, hinzu. Die Potaſche und die Salpeterſäure ſind auflöslich im Alkohol, die ſalpeterſaure Potaſche iſt es aber nicht; dieß rührt daher, daß die Cohäſionskraft, welche dieſer Verbindung zukommt, und welche die Kryſtalliſation bewirkt, die elementariſchen Verwandtſchaften in der reſultirenden Verwandtſchaft modificirt hat.

4. Da

4. Da die Körper im Verhältniß der Menge, welche ſich in der Sphäre der Wirkſamkeit finden kann, wirken, ſo folgt daraus, daß aus einer Verbindung eine viel ſtärkere Wirkung, als diejenige der zuſammenſetzenden Beſtandtheile iſt, hervorgehen kann, wenn beyde Beſtandtheile, oder einer von ihnen, aus dem elaſtiſchen in den flüſſigen Zuſtand übergehen. So iſt die Wirkung der Potaſche auf den Stickſtoff und Sauerſtoff in der Salpeterſäure größer, als auf dieſelben, wenn ſie als iſolirte Gasarten erſcheinen.

5. Die Verwandtſchaft einer Subſtanz, welche eine Verbindung mit einer zuſammengeſetzten Subſtanz eingeht, wirkt mit den elementariſchen Verwandtſchaften von dieſer zuſammen, um die Zuſammenſetzung gegen die Wirkung der fremdartigen Subſtanzen im Verhältniſſe der Sättigung, welche ſie bewirkt, zu behaupten. So entzieht das Eiſen zwar der Salpeterſäure ihren Sauerſtoff, iſt aber nicht im Stande, ihn der ſalpeterſauren Potaſche bey der gewöhnlichen Temperatur zu entziehen.

Die Eigenſchaften der reſultirenden Verwandtſchaften zuſammengeſetzter Subſtanzen laſſen ſich demnach reduciren 1. auf die Vortheile der Flüſſigkeit oder der Auflöſungsmittel; 2. auf die Neigung zur Feſtigkeit, welche entgegengeſetzte Wirkungen hervorbringt; 3. endlich auf die Concentration elaſtiſcher Subſtanzen. In dieſem Falle iſt eine neue additionelle Kraft hinzugekommen, auf welche man das Umgekehrte von dem, was über die Wirkungen der Elaſticität geſagt worden iſt, anwenden muß. Man kann dieſe Kraft als analog der Cohäſionskraft betrachten, welche bey der Vermiſchung verſchiedenartiger Subſtanzen hinzukommt, die die Verbindungen beſtimmt, wel-

 che

che ſich hierin bilden, und welche durch die entgegengeſetzten Kräfte überwunden werden muß. Die Erfahrung belehrt uns noch, daß wenn die reſultirende Verwandtſchaft nicht hinreicht, die Zerſetzung zu verhindern, ſie dieſelbe bisweilen ſehr langſam und langwierig macht. Von dieſer langſamen Wirkung, von dieſen ſtufenweiſen Veränderungen der Conſtitution, und von den verſchiedenen Graden von Sättigung, welche davon abhangen, rührt der größte Theil der Erſcheinungen her, welche man bey der Vegetation, der Gährung in der thieriſchen Oekonomie, und überhaupt zwiſchen den Körpern wahrnimmt, welche verdichtete elaſtiſche Subſtanzen enthalten. Man kann ſich eine falſche Idee von den Eigenſchaften eines Körpers machen, wenn man ſich, wie man nur zu oft gethan hat, auf die bloße Beſtimmung ſeiner Beſtandtheile einſchränkt, ohne auf die andern Eigenthümlichkeiten ſeiner Conſtitution Acht zu haben, ob ſich nämlich z. B. unter dieſen Beſtandtheilen welche finden, die eine beträchtliche Veränderung in ihrem Zuſtande erfahren haben. Eine gegebene Menge Sauerſtoff übt nicht die nämliche chemiſche Kraft aus, wenn er ſich im elaſtiſchen gasförmigen Zuſtande befindet, als er eine reſultirende Verwandtſchaftskraft in irgend einer Verbindung ausübt. Auch iſt der Grad der Verdichtung ſehr in Anſchlag zu bringen.

Aus dieſer kurzen Darſtellung der Begriffe, welche ſich der philoſophiſche Chemiker von den Verwandtſchaften gemacht hat, und mit deren Vervollkommnung er noch jetzt ſich beſchäftigt, erſieht man, daß die bisherige Lehre der chemiſchen Affinitäten noch lange nicht als Wiſſenſchaft angeſehen werden kann, und,

und, ehe ſie dieſen Nahmen verdient, einer gänzlichen Umarbeitung bedarf.

Ueber den abſoluten Zuſammenhang der Theile der Metalle hat nach Muſſchenbroek der Graf von Sickingen h) Verſuche angeſtellt, wobey er nicht allein auf die Dicke, ſondern auch auf die Länge Rückſicht nahm. Er ließ von einigen Metallen Drathe verfertigen von 0,3 Pariſ. Linien im Durchmeſſer und 2 Fuß Länge, und ſeine Reſultate waren:

Gold zerriß von	16 Pfd.	6 Unz.	—	$43\frac{3}{4}$ Grän franz. M. G.
Silber - -	20 -	11 -	1 Quent.	$43\frac{1}{7}$ - - -
Platina - -	28 -	7 -	3 -	- - - -
Kupfer - -	33 -	7 -	64 -	- - - -
Eiſen - -	60 -	12 -	- -	8 - - -

Ueber die Stärke von metalliſchen Gemiſchen hat Herr Achard i) ſehr zahlreiche Verſuche angeſtellt.

Ueber die reſpektive Cohäſion feſter hohler Körper hat auch Herr Prof. Schmidt k) in Gießen Unterſuchungen angeſtellt, und gefunden, daß die Stärke eines hohlen Parallelepipedi ſo berechnet werden muß, als wenn die Theile, woraus es zuſammengeſetzt iſt, einzeln gebrochen werden ſollten. Stellt nämlich (fig. 13.) abcd den Querſchnitt eines Parallelepipedi oder hier die Ebene des Bruchs vor, ſo wird der Hebelarm der Cohäſion für die beyden hohlen Stücke ad und bc die Linie ik, und der Hebelarm für die beyden andern Seitenſtücke die Hälfte von fh.

h) Verſuche über die Platina. Mannheim 1782. 8.

i) Traité ſur les proprietés des alliages metalliques. à Berlin. 1788. 4.

k) Abhandl. über den relativen Zuſammenhang hohler feſter Körper, in Gren's neuem Journ. der Phyſ. B. IV. S. 184. u. f.

ſh. Hiernach ſtellte er verſchiedene Verſuche an, und fand ſie mit der Rechnung ziemlich übereinſtimmend. Bey dem erſten Verſuche, wo er ein hohles und ein maſſives Parallelepipedum von Eichenholz, deſſen ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers = 0,739 war, gebrauchte, hatte der Querſchnitt des maſſiven 6 Linien in der Breite und Höhe, am Querſchnitte des hohlen aber betrug die Breite dc = 6, die Höhe dc = 10 Linien, die Holzſtärke der beyden Querſtücke war 2 Linien und die der beyden hohen Seitenſtücke = 1 Linie. Beyde Körper wurden an ihren Enden in horizontaler Lage 1 Zoll lang unterſtützt, und in der Mitte nach und nach durch angehängte Gewichte ſo lange beſchwert, bis ſie brachen. Das maſſive Parallelepipedum zerbrach von 65,5 angehängten Pfunden nach köllniſchem Gewichte, dabey war die Biegung 2,30 Zoll; das hohle aber von 85 Pfund, wobey die Biegung 1,40 Zoll betrug. Hiernach war die Stärke des maſſiven = 6.6.3 = 108, die Stärke der einzelnen Theile des hohlen Parallelepipedi

$$2.1.10.5 + 2.4.2.1 = 116$$

und dieſe Zahl um $\frac{1}{6}$ vermehrt, weil der Querſchnitt um $\frac{1}{6}$ ſtärker war, als des maſſiven, giebt $116 + \frac{116}{6} = 135,5$; folglich

$$108 : 135,5 = 65,5 : 82 \text{ Pfund}$$

als die Stärke des hohlen Parallelepipedi, mit dem Verſuche ſehr nahe übereinſtimmend.

Bey dem zweyten Verſuche wählte er ein maſſives und ein hohles Parallelepipedum von Pappelnholz, deſſen ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem des Waſſers = 0,375 war. Beyde hatten 2 Fuß 2 Zoll Länge, das maſſive 8 Linien Breite und Höhe,

das

das hohle 8 Linien Breite, 12 Linien Höhe, und ſeine Holzſtärke durchaus 2 Linien, ſo daß der Querſchnitt beyder gleichen Inhalt hatte. Beyde Parallelepipeda wurden in horizontaler Lage ſo unterſtützt, daß die Unterſtützungen 8 Zoll von einander entfernt waren, die Gewichte wurden in der Mitte angehängt, und er fand, daß das hohle Parallelepipedum von 99,88 köllniſchen Pfunden zerbrach, die Biegung war 4 Linien; das maſſive zerbrach von 87,88 Pfund und die Biegung betrug 10 Linien. Nach den Abmeſſungen war die Stärke der einzelnen Theile des hohlen Parallelepipedi

$$2 . 2 . 12 . 6 + 2 . 4 . 2 . 1 = 304$$

die Stärke des maſſiven $= 8 . 8 . 4 = 256$; alſo

$$256 : 304 = 88 \text{ Pfund} : 103 \text{ Pfund}$$

Von dieſem Gewichte $\frac{1}{48}$ abgezogen, um welches der Querſchnitt des hohlen Parallelepipedi dem Gewicht nach ſchwächer, als der Querſchnitt des maſſiven war, giebt für die Stärke des hohlen Parallelepipedi 101 Pfund, nahe mit dem Verſuche übereinſtimmend.

Um die Stärke der hohlen cylindriſchen Röhren zu beſtimmen, verglich Herr Schmidt zuvor die Stärke maſſiver Cylinder mit Parallelepipeden von gleichem Querſchnitt und gleicher Länge, und fand für den reſpektiven Zuſammenhang maſſiver Cylinder folgendes Geſetz: die relative Cohäſion eines Cylinders iſt $\frac{2}{3}$ von der reſpektiven Cohäſion eines Parallelepipedi, welches mit ihm gleiche Länge, und den Durchmeſſer des Cylinders zur Breite und Höhe hat.

Da man bisher über den Zuſammenhang der Theile der feſten Körper unter einander noch kein allgemeines Geſetz hat auffinden können, ſo unternahm

es Herr Ritter [1]), ein ſolches für Metalle, durch die Verſuche des Grafen von Sickingen veranlaßt, zu beſtimmen. Er bemerkt, daß, wie bekannt, die Cohäſion der Metalle zunehme, wenn man ſie erkaltet, und abnehme, wenn man ſie erwärmt. Bey den gehörigen Schmelzgraden wird endlich ihre Cohäſion gänzlich vernichtet. Dieſe Erfahrungen brachten Herrn Ritter auf den Gedanken, ob vielleicht die Wärmemenge, welche erfordert wird, ein Metall in den flüſſigen Zuſtand zu verſetzen, das wahre Maaß der Cohäſion der Metalle ſey? Vielleicht verhielten ſich alſo die Cohäſionen zweyer Metalle bey einer gegebenen Natur, wie die Produkte aus den Zahlen der Wärmegrade, die zwiſchen dieſer Temperatur und dem Schmelzgrade des Metalls enthalten ſind, und den Wärmecapacitäten dieſer Metalle; denn dieß werde der eigentliche Ausdruck für die, bis zur völligen Aufhebung des feſten Zuſtandes, dieſen Metallen zuſtrömenden Quantitäten Wärme ſeyn.

Bloß von Gold, Silber, Kupfer und Eiſen kenne man die Wärmecapacitäten, wie die Schmelzgrade. Die Wärmecapacitäten habe Wilke für alle, und Crawford für die beyden letztern Metalle beſtimmt. Die Schmelzgrade habe jetzt bloß Wedgwood mit ſo viel Genauigkeit, als ſein Pyrometer erlaube, beſtimmt.

Verglich nun Herr Ritter die Produkte der für die zum Schmelzen nöthigen Grade dieſer Metalle mit ihren Capacitäten für Wärme, ſo fand er zwiſchen dieſen und den Zahlen der Cohäſion eine ſchöne Uebereinſtimmung. Wir könnten daher die Vermuthung wirklich für beſtätigt halten, und (vor der Hand nur von

1) Gilbert's Annalen der Phyſik.

von dieſen 4 Metallen) als bewieſen annehmen, daß die Cohäſionen mehrerer Metalle bey einer gegebenen Temperatur ſich zu einander verhalten, wie die Produkte ihrer Wärmecapacitäten und ihrer Entfernungen von ihren Schmelzgraden (in Graden eines und deſſelben Thermometers ausgedruckt).

Uebrigens bemerkt er, daß es der Zukunft überlaſſen bleiben müſſe, zu entſcheiden, ob dieſes Geſetz von allen Metallen gelte. Indeß ſey dieß ſehr wahrſcheinlich; denn welcher Zufall gehörte dazu, daß gerade nur die vier Metalle, die ihrer Cohäſion nach ſo genau beſtimmt waren, allein ihm folgen ſollten? Ungeachtet Muſſchenbroek's Erfahrungen über den Grad der Cohäſion der andern von ihm unterſuchten Metalle, nämlich des Zinns, Wismuths, Zinks, Spiesglanzes und Bleyes, eben ſo mangelhaft ſeyn mögen, als die von ihm über Gold, Silber, Kupfer und Eiſen gemachten, ſo lehre doch ſchon die alltägliche Erfahrung, daß ſie alle weit geringer cohäriren müßten, als jene. Aber ihre Wärmecapacitäten, mit den Entfernungen von ihren Schmelzgraden multiplicirt, gäben auch wirklich weit geringere Produkte, als bey dieſen, und ſelbſt in den Muſſchenbroek'ſchen Angaben entſprächen die über den Zink, den Spiesglanz und das Bley ſchon ganz der Vorausſetzung, indem er die Cohäſion des Zinks größer, als die des Spiesglanzes, und die des Spiesglanzes größer, als die des Bleyes fand, wie es ebenfalls der Rechnung nach ſeyn ſollte. Es ſtehe uns alſo nichts im Wege, jenes Geſetz für allgemein gültig, und durch die Erfahrung vollkommen beſtätigt anzunehmen.

Sonſt hatte Ritter denſelben Gedanken, welchen der Herr von Arnim hatte, daß nämlich die Cohäſion mit dem Magnetismus in der genaueſten Verbindung ſtehe. Seine Meynung iſt die nämliche, wie die des Herrn von Arnim: je mehr das Metall eines Magnetismus fähig ſey, deſto ſtärker ſey die Cohäſion deſſelben; dieß beweiſe das Eiſen; es habe von allen Metallen die ſtärkſte Cohäſion, ſey aber auch das einzige, welches man mit Recht magnetiſch nennen könne u. ſ. f.

Bewegung überhaupt.

Ueber den Ausdruck Trägheit hat man ſeit der Entdeckung deſſelben viel geſtritten. Prieſtley meint, man ſchände die Materie, wenn man ſie für träg halte, und ſucht ſie zu veredeln, indem er ihr Trägheit und Undurchdringlichkeit abſpricht. Allein de Lüc zeigt ihm, daß ſeine aus lauter Kräften und Wirkungskreiſen zuſammengeſetzte Materie im wahren Sinne des Worts dennoch wieder träg ſeyn würde, wobey doch auch Herr de Lüc bemerkt, daß vielleicht in der Materie mehr liegt, als wir mit unſern Sinnen darin wahrzunehmen vermögen.

Am richtigſten hat Käſtner den Begriff der Trägheit erörtert, ob er gleich mit allen denjenigen Phyſikern und Mathematikern, welche ihm gefolgt ſind, meiner Meynung nach, den unrichtigen Schluß daraus zieht, daß ſich die Trägheit wie die Maſſe verhalte (M. ſ. Th. IV. S. 88.). Schon Gren in der zweyten Ausgabe ſeines Grundriſſes der Naturwiſſenſchaft beſtritt dieſen Satz. Dieſer behauptete, die Trägheit der Materie könne derſelben keine Kraft ertheilen, zu widerſtehen in Ruhe oder Bewe-

gung, und daraus folge von ſelbſt, daß die träge Materie die zur Aenderung ihres Zuſtandes der Ruhe oder Bewegung angewandte Kraft nicht vermindere, in ſo fern ſie bloß träge ſey und ihr keine Kräfte inhärirten, die jener Kraft entgegenwirken und ſie dadurch vermindern könnten. Die bloß träge Maſſe des beweglichen Körpers ſey alſo gar kein Hinderniß ſeiner Beweglichkeit, und dieſe ſtehe in keinem Verhältniſſe mit der trägen Maſſe. Die doppelt, dreyfach u. ſ. w. große Maſſe ſey alſo eben ſo beweglich, wie die einfache Maſſe. Bey der Bewegung der bloß trägen Körper ſoll daher die Maſſe gar nicht in Anſchlag kommen, indem ſie die Beweglichkeit weder vermindere noch vermehre; nur die Geſchwindigkeit allein ſoll das Maas der Kraft und die Größe der Bewegung beſtimmen. Denn, ſagt Gren: wenn Trägheit Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung iſt, ſo muß auch der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional ſey, ohne Sinn ſeyn, indem es ſo wenig Grade der Gleichgültigkeit, als der Ruhe geben kann. Um aber Gren zu verſtehen, muß man bemerken, daß er die bloß träge Materie von der widerſtehenden unterſcheidet; bey der erſtern kommt es bloß auf die Bewegung und was davon abhängt, Richtung und Geſchwindigkeit, an; bey der andern aber werden auch die derſelben inhärirenden Kräfte mit in Betrachtung gezogen. Daher ſagt Gren, die Maſſe komme bey der Schätzung der Kraft eines bewegten Körpers nur ſo fern in Betrachtung, als dieſe Maſſe die Zahl der Theile dieſes Körpers anzeige, deren jeder durch die beſchleunigende Kraft afficirt werde. Den in Bewegung befindlichen Körpern ſelbſt, wenn ſie bloß träge wären, könnten wir keine bewegende Kraft zu

ſchrei

ſchreiben, weil Trägheit keine Kraft ſey. Kraft ſey eigentlich nur das, was Widerſtand zu leiſten vermöge; die Gleichgültigkeit der Körper gegen Ruhe und Bewegung könne ihnen aber keine Kraft zum Widerſtande in Ruhe oder Bewegung ertheilen. Man ſollte alſo eigentlich ſagen: es gehöre eine Urſache dazu, um bloß träge Körper aus Ruhe in Bewegung, oder aus Bewegung in Ruhe zu verſetzen, weil man beym Worte Kraft ſich gewöhnlich eine Anſtrengung und dadurch eine Verminderung der Kraft denke. Kraft werde nur da verwandt, wo Widerſtand ſey.

Dieſe von Gren aufgeſtellten Sätze ſuchte Herr Gehler in V. Theile ſeines phyſikaliſchen Wörterbuchs (Art. Trägheit) als ganz unhaltbar zu beſtreiten. Er glaubt, Gren übertreibe den Begriff von Gleichgültigkeit, indem er weit mehr hineinlege, als man ſich hineinzulegen verſtatten dürfe, wenn man die Trägheit der Materie mit dieſem Nahmen belegen wolle. Unſere Vorſtellung von der Trägheit entſtehe daraus, daß wir die Urſachen der Bewegung, oder die Kräfte, als abgeſondert von der Materie betrachteten, und jene für thätig, dieſe aber für bloß leidend annähmen. Dieſer Vorſtellung gemäß ändere die Materie ihren Zuſtand der Ruhe oder Bewegung nie von ſelbſt, ſondern jede Aenderung derſelben erfordere die Einwirkung einer äußern Urſache, einer Kraſt, deren Größe und Beſchaffenheit der hervorzubringenden Aenderung angemeſſen ſey. Dieſe der Materie beygelegte Eigenſchaft, bey den Aenderungen ihres Zuſtandes nichts ſelbſt zu thun, ſondern ſich lediglich durch Einwirkung äußerer Kräfte beſtimmen zu laſſen, nennten wir Trägheit, oder hier Gleichgültigkeit.

Hie-

Hiebey ſey aber der Sinn des letzten Worts dieſer, daß jede träge Maſſe zu jeder Aenderung ihres Zuſtandes eine äußere beſtimmende Urſache erfordere, die der Größe der Aenderung angemeſſen ſey. Wenn alſo z. B. die träge Maſſe M, um aus der Ruhe mit der Geſchwindigkeit C fortzugehen, eine Kraft = k erforderte, ſo werde eine andere neben ihr liegende träge Maſſe M, um mit eben der Geſchwindigkeit C aus der Ruhe fortbewegt zu werden, ebenfalls eine Kraft = k erfordern. Eine dritte Maſſe = M werde wiederum eine Kraft = k erfordern u. ſ. f. Zwey dieſer Maſſen zuſammen, oder alle drey zuſammen erforderten alſo die Kraft k zweymal oder dreymal u. ſ. f. Und da es hiebey einerley ſey, ob ſich die Maſſen berührten, oder nicht, ob ſie zuſammenhiengen, oder nicht, ſo folge, daß die Maſſe = 2M, um eben ſo geſchwind aus der Ruhe fortbewegt zu werden, die Kraft = 2k, die Maſſe 3M die Kraft 3k, und eine Maſſe = nM die Kraft = nk erfordere. Daß den Maſſen Gleichgültigkeit in Ruhe und Bewegung beygelegt werde, ändere in den Schlüſſen nichts; denn es ſolle dadurch nichts weiter angezeigt werden, als daß die Maſſen ohne Einwirkung der Kraft ſich gar nicht bewegen würden, daß ſie ſich auch nicht mehr oder weniger bewegten, als es der Kraft gemäß ſey; kurz, daß ſie bloß leidend den Einwirkungen der Kraft folgten, welche allein hier der thätige Theil ſey.

In den angeführten Schlüſſen von Gren ſey ein doppelter Sinn des Worts Beweglichkeit zu finden. Heiße Beweglichkeit überhaupt Fähigkeit, ſich bewegen zu laſſen, ſo könne man ſagen, die doppelt ſo große Maſſe ſey eben ſo beweglich als die einfache.

Heiße

Heiße es aber Fähigkeit, ſich durch eine beſtimmte Kraſt mit beſtimmter Geſchwindigkeit bewegen zu laſſen, ſo könne man dieß nicht mehr ſagen; denn alsdann zeigten jene Betrachtungen, daß in dieſem Sinne 2M nur halb ſo beweglich ſey, als M.

Zweytens folge aus dem Begriffe der Gleichgültigkeit das gar nicht, was Gren daraus herzuleiten ſuche. Dieſer Begriff ſolle nichts weiter ſagen, als daß die Materie nicht ſelbſt wirke. In dieſem Nichtwirken gebe es freylich keine Grade; daraus folge aber nicht, daß es ohne Sinn ſey, wenn man da mehr beſtimmende Urſache, mehr Kraſt erfordere, wo mehr gleichgültige oder unthätige Theile eben dieſelbe Geſchwindigkeit erhalten ſollen. Man brauche ja, wenn die gleich großen Theile zerſtreut wären, für jeden einzelnen dieſelbe Kraſt; alſo ſey es dem Gange des menſchlichen Verſtandes gemäß, zu ſchließen, man brauche, wenn ſie beyſammen wären, für alle mit einander die Summe dieſer Kräfte, die ſich dann allemal wie die Menge der Theile verhalten werde. In dieſem Sinne ſage man aus ſehr vernünftigen Gründen: die Trägheit ſey der Maſſe proportional, d. i. um die nfache träge Maſſe mit gleicher Geſchwindigkeit zu bewegen, ſey eine nfache Kraſt nöthig. Wer dieſes ſage, rede nicht ohne Sinn. Er ſpreche darum auch der Materie ihre Gleichgültigkeit gegen Ruhe und Bewegung nicht ab, ſondern er fordere da nur mehr beſtimmende Urſache, wo mehr Gleichgültiges, der Beſtimmung Bedürfendes vorhanden ſey.

Gegen dieſe von Herrn Gehler gemachten Einwürfe ſuchte ſich Gren in der dritten Auflage ſeines Grundriſſes der Naturlehre zu vertheidigen. Er

ſagt,

ſagt, ſie beruhen eben auf dem mißverſtandenen Begriffe der Trägheit. Herr Gehler habe überſehen, daß hier von einer in Abſtracto genommenen Materie die Rede ſey, die bloß als beweglich, und ohne daß die in der Wirklichkeit damit verbundene ſtetige Kraft der Schwere, als auf ſie wirkend, gedacht werde. Eine ſchwere Kugel, die auf einer horizontalen Tafel ruhe, widerſtehe allerdings in horizontaler Richtung, aber nicht deßwegen, weil ſie träge, ſondern weil ſie ſchwer ſey. Die Tafel trage zwar ihr Gewicht, hebe ja aber ihre Schwere und den Druck nicht auf, den ſie durch ihre Schwere verurſacht. Sie widerſtehe, wenn wir auch hiebey von aller Friktion, vom Widerſtande der Luft u. d. gl. abſtrahirten, vermöge der Kraft der Schwere, weil ſie von der vertikalen Richtung, in welcher die Schwere ſie treibt, und in welcher ſie auch ihren Druck ausübt, abgelenkt werden ſolle. Man ſollte nur bedenken, daß die Bewegung der ſchweren Kugel auf der horizontalen Tafel eine wirkliche Centralbewegung ſey. Der Widerſtand der Kugel in jeder andern Richtung, als die Richtung der Schwere, hebe die andere bewegende Kraft proportionirlich auf, ſo wie hinwiederum durch dieſe die Schwere verhältnißmäßig aufgehoben werde: kurz, es ſeyen hier zwey Kräfte wirkſam, die einander entgegengeſetzt ſind, und (was man in der That nicht beherzigt habe) es würde die ſchwere Kugel, bey ihrer Bewegung auf der horizontalen Tafel, dieſe gar nicht mehr drucken, wenn ſie darauf mit einer Geſchwindigkeit bewegt würde, die der Endgeſchwindigkeit ihres Falles durch den Halbmeſſer der Erde gleich wäre, weil alsdenn ihre Fliehkraft der Schwere unter dem Aequator gleich wäre. Den Widerſtand, welchen die wirklichen Materien in der Welt vermöge ei-

ner einwirkenden ſtetigen Kraft, die ſie ſollicitire, leiſteten, könne man alſo nicht als Einwurf benutzen, um den Satz zu widerlegen, daß die Trägheit der Materie, im metaphyſiſchen Sinne, keinen Widerſtand derſelben im Zuſtande der Ruhe begründe. So verfahren, hieße den Satz der Trägheit durch den Satz der Gegenwirkung umſtoßen wollen.

So wenig haltbar auch die Eintheilung der Materie in bloß träge und widerſtehende iſt, ſo hat doch, meiner Meynung nach, der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional ſey, eben ſo wenig einen vernünftigen Sinn, als der Ausdruck Trägheitskraft, ob ihn gleich Herr Gehler mit großer Mühe zu vertheidigen ſucht. Dieſer Satz folgt offenbar nicht aus dem richtigen Begriffe der Trägheit. Herr Gehler hat, ſo wie viele andere, das Geſetz der Trägheit mit dem Geſetze der Gegenwirkung verwechſelt. Verſteht man unter Trägheit, wie alle Phyſiker annehmen, ein bloßes Unvermögen der Körper, ſich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung des Zuſtandes, zu beſtimmen, ſo kann unmöglich der Satz, daß die Trägheit der Maſſe proportional iſt, daraus abgeleitet werden. Wenn Herr Gehler behauptet, daß eine jede träge Maſſe zu jeder Abänderung ihres Zuſtandes eine äußere beſtimmende Urſache erfordere, die der Größe der Anwendung angemeſſen ſey, ſo mußte er erſt beweiſen, daß die Größe der Kraft nicht wegen der gleichen Gegenwirkung der trägen Materie, ſondern bloß wegen der Trägheit derſelben nöthig war; das letztere nimmt er aber ganz ſtillſchweigend an, ohne das erſtere widerlegt zu haben. Unmöglich kann ein bloßes Unvermögen der Maſſe M, um mit der Geſchwindigkeit C aus Ruhe in Bewegung

gung zu kommen, die ankommende Kraft um k vermindern; dieß würde ein Ausdruck ohne Sinn ſeyn. Nur durch Gegenwirkung der trägen Maſſe M kann dieß geſchehen, und da die Gegenwirkung allemal der Wirkung gleich ſeyn muß, ſo wird auch die Maſſe 2M die Anwendung der Kraft = 2k erfordern, um mit eben der Geſchwindigkeit aus Ruhe in Bewegung zu kommen, u. ſ. w. Man ſieht hieraus ſehr leicht, daß Herrn Gehlers Schlüſſe keinesweges aus dem wahren Begriffe der Trägheit folgen, ſondern daß ſie ſich vielmehr auf das Geſetz der einer jeden Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung gründen.

Daß die träge Materie, um aus Ruhe in Bewegung oder aus Bewegung in Ruhe zu kommen, eine äußere Urſache erfordere, folgt natürlich aus dem Begriffe der Trägheit; gedenkt man ſich aber hiebey ſchon eine Verminderung der Kraft, d. h. ſchon das, was die Materie thut, ſo wendet man nicht mehr das Geſetz der Trägheit an, ſondern das der Wirkung entgegengeſetzten gleichen Gegenwirkung. Denn das Geſetz der Trägheit kann und will nichts mehr ſagen, als daß alle Materie an ſich leblos iſt. Wenn man ſich alſo gleich mehr träge (gleichgültige) Materie vorſtellt, ſo kann man ſich, nach dem wahren Sinne des Worts Trägheit, ebenfalls nichts weiter denken, als daß die größere Menge von Materie ſo gut leblos (gleichgültig, unthätig) iſt, als eine geringere Menge. Stellt man ſich dagegen die äußere Urſache, die Kraft, als wirkend (thätig) vor, welche der aus der Stelle zu treibenden Menge der trägen Maſſe angemeſſen iſt, ſo wendet man auch ſchon das Geſetz der Gegenwirkung an; denn Träg-

 heit,

heit, d. h. Lebloſigkeit (Gleichgültigkeit, Unthätigkeit) kann keine Kraft vermindern; nach richtigen Principien kann nur die ankommende Kraft durch entgegengeſetzte Kraft eine Verminderung erleiden. Unthätigkeit der Materie, und gleichwohl Verminderung der Kraft, iſt ein Ausdruck ohne Sinn. Aus dieſer Entwickelung folgt alſo unläugbar, daß die Trägheit keineswegs der Maſſe proportional ſeyn könne.

Herr Haüy [m]) führt an: Herr la Place habe eine vorzüglich ſchöne und natürliche Anſicht von der Trägheit gegeben. Um einzuſehen, worin dieſelbe beſtehe, ſoll man ſich einen Körper in Bewegung denken, der auf einen Körper trifft, der in Ruhe iſt; er werde demſelben einen Theil ſeiner Bewegung mittheilen, ſo daß, wenn der erſtere z. B. eine zweymal ſo große Maſſe habe, als der zweyte, daß alſo ſeine Maſſe zwey Drittheile von der Summe der Maſſen ſey, die Geſchwindigkeit, die er nach dem Zuſammenſtoßen behalte, auch zwey Drittheile von der Geſchwindigkeit, die er Anfangs hatte, bleiben werde; und da das andere Drittheil, welches er dem andern Körper überlaſſen habe, ſich in eine noch einmal ſo große Maſſe vertheilt befinde, ſo würden beyde Körper nach dem Stoße die nämliche Geſchwindigkeit haben. Die Wirkung der Trägheit reducire ſich mithin darauf, daß der eine von beyden Körpern dem andern einen Theil ſeiner Bewegung mittheile; und weil der letztere nicht empfangen könne, ohne daß jener verliere, ſo habe man dieſen Verluſt einem Widerſtande, der von dem empfangenden Körper geleiſtet wer-

m) Handbuch der Phyſik, aus dem Franz. von D. Weiß. B. I. Leipz. 1805. 8. S. 51.

werde, zugeſchrieben. Es ſey aber hier mit der Bewegung beynahe ſo, wie mit einer elaſtiſchen Flüſſigkeit, die in einem Gefäße enthalten ſey, womit man etwa ein anderes leeres Gefäß in Communikation ſetzt. Dieſe Flüſſigkeit werde, vermöge ihrer Expanſivkraft, in das zweyte Gefäß hineindringen, bis ſie ſich in den Capacitäten beyder Gefäße gleichförmig vertheilt befände; eben ſo thue auch ein Körper, der einen andern ſtoße, nichts weiter, als daß er einen Theil ſeiner Bewegung in ihn hineintrage; und es ſey eben ſo wenig ein Grund vorhanden, hier einen Widerſtand anzunehmen, als bey jenem eben angeführten Beyſpiele.

Herr la Place ſowohl als Herr Haüy glauben daher, daß derjenige Körper, welcher geſtoßen wird, keinen Widerſtand leiſte, ſondern die Verminderung der Kraft des ſtoßenden Körpers nur daher rühre, daß ein Körper durch die Wirkung eines andern keine Bewegung erhalten könne, ohne ihn deren zu berauben. Allein Herr Haüy widerſpricht ſich ſchon ſelbſt durch folgende Bemerkung: es ſey zwar wahr, daß wenn man mit der Hand auf einen Körper, der in Ruhe, oder in einer geringern Bewegung iſt, als die der Hand, ſchlage, ſo glaube man einen Widerſtand zu finden; dieſe Täuſchung entſpringe aber daher, daß die Wirkung auf die Hand die nämliche ſey, als wenn ſie in Ruhe wäre, und der Körper mit einer Bewegung in entgegengeſetzter Richtung ſie ſchlüge.

Man ſieht aus den von mir über die Trägheit angeführten Bemerkungen ſehr leicht ein, daß dieſe beyden berühmten Männer offenbar das Geſetz der Trägheit mit dem Geſetze der Wirkung und Gegen-

 wir-

wirkung verwechſelt haben. Und ſelbſt bey dieſem letztern Geſetze iſt die Vorſtellung irrig, daß die Mittheilung der Bewegung auf eine ähnliche Art erfolge, als wenn eine flüſſige Materie aus dem einen Gefäße in ein anderes geſchüttet werde. Denn hieraus kann unmöglich der Grund der Uebertragung der Bewegung des einen Körpers in den andern eingeſehen werden. Kant hat, wie bereits oben angeführt iſt, ſehr gründlich gezeigt, daß keine Mittheilung der Bewegung anders ſtatt finden kann, als wenn eine Gemeinſchaft der Bewegungen des ſtoßenden und des geſtoßenen Körpers vorausgeſetzt wird. Denn eine Bewegung kann nur durch eine entgegengeſetzte Bewegung, nicht aber durch bloße Trägheit des Körpers, vermindert werden.

Ueberhaupt beweiſen alle dieſe Unterſuchungen, daß die Grundpfeiler der Lehre der Bewegung auf metaphyſiſchen Begriffen beruhen, und aus dem zum Grunde gelegten empiriſchen Begriffe der Materie entwickelt werden müſſen. Ohne Zweifel war Kant der erſte, welcher dieſen Gegenſtand am gründlichſten unterſuchte. Da aber ſeine Bemühungen bereits oben im gehörigen Zuſammenhange ſeines Syſtems angeführt ſind, ſo würde es zweckwidrig ſeyn, ſie hier noch einmal zu wiederholen.

Centralbewegung.

Die Aufgabe, aus der beſtimmten krummen Linie das Geſetz, nach welchem die Centripetalkraft wirkt, und welche die Aufgabe der Centralkräfte genannt wird, hatte bereits Newton vollſtändig aufgelößt. Was aber die verkehrte Aufgabe der Centralkräfte betrifft, nämlich aus dem Ge-

Geſetze der Centripetalkraft und aus der Geſchwin-digkeit des Wurfs eines Körpers die Natur der krum-men Linie zu finden, ſo konnte Newton dieſe nicht allgemein auflöſen, weil die Kunſtgriffe der Integral-rechnung noch nicht ſo weit entwickelt waren, daß er dieſes wichtige Problem in ſeiner völligen Allgemeinheit hätten darſtellen können. Erſt Johann Bernoulli lößte dieſe Aufgabe zuerſt allgemein auf, und bewieß dadurch, daß ein geworfener Körper, der von einem Mittelpunkte der Kräfte in dem verkehrten Verhält-niſſe der Quadrate der Entfernungen von dieſem Punk-te angezogen wird, nothwendig einen Kegelſchnitt be-ſchreiben müſſe, und daß der Mittelpunkt der Kräfte allemal in den Brennpunkt dieſer krummen Linie falle. Nachher haben ſich mehrere Lehrer der Mechanik mit der Auflöſung dieſes Problems beſchäftigt, und vor-züglich Leonh. Euler, Käſtner und neuerlich la Place in ſeiner vortrefflichen Mécanique céleſte durch Hülfe der erfundenen Kunſtgriffe der Integralrechnung daſſelbe mit der größten mathematiſchen Schärfe und Leichtigkeit aufgelößt.

Bey jeder Centralbewegung ſind, wie bekannt, zwey Kräfte wirkſam, nämlich die Centripetalkraft und die Schwungkraft. Einige Naturforſcher wol-len nicht zugeben, daß die Schwungkraft eine wirklich in der Natur exiſtirende Kraft ſey, ſondern ſie neh-men ſie als einen bloßen mathematiſchen Begriff an. Ein jeder einmal in Bewegung geſetzter Körper ſetze nämlich ſeine Bewegung ſchon vermöge der Trägheit, ohne hiezu eine neue Kraft nöthig zu haben, mit eben der Richtung und Geſchwindigkeit fort. Von derjenigen Kraft aber, welche die Bewegung im er-ſten Anfange hervorgebracht habe, und dem Urheber

allein zuzuſchreiben ſey, könne die Rede jezt nicht mehr ſeyn. So wie z. B. ein Körper, der in horizontaler oder auch ſchiefer Richtung fortgeworfen werde, in ſeiner einmal erhaltenen Geſchwindigkeit fortgeht, ohne einer neuen Kraft zu bedürfen, ſo ſey dieß auch der Fall bey den Himmelskörpern. Dieſe wären anfänglich von einer unendlichen Kraft fortgeſtoßen oder geworfen, und müßten nun in alle Ewigkeit vermöge der Trägheit die anfängliche Bewegung nach einerley Richtung und mit gleicher Geſchwindigkeit fortſetzen. Es verhalte ſich alſo bey der freyen Centralbewegung die Sache ſo: ein Theil der Centripetalkraft werde auf Aenderung der Richtung, auf Krümmung des Weges verwendet, und habe er dieſe Wirkung hervorgebracht, ſo wirke er nun weiter nichts; dabey ſtelle man ſich vor, eine entgegengeſetzte Kraft habe ihn aufgezehrt, und nenne dieſe Kraft Schwungkraft. Im Grunde ſey aber das, worauf er verwendet wurde, ein Theil der ſchon vorhandenen Bewegung, und daher eine Folge der Trägheit geweſen; und wenn man es Kraft nennen dürfe, ſo ſey es mit eben dem Rechte erlaubt, der Bewegung ſelbſt eine Kraft zuzuſchreiben, da man doch alles, was ſie bewirke, aus der Geſchwindigkeit erklären könne. Das Ungegründete im Begriffe der Schwungkraft erhelle ſehr leicht, wenn man folgende beyde Umſtände genau in Erwägung ziehen wolle: 1. ſoll ſich dieſe Kraft allemal nach der Normallinie oder ſenkrecht auf die Richtung der Bahn erweiſen; 2. falle ihre Größe bald ſo, bald anders aus, nachdem man ſie auf dieſen oder jeden andern Punkt der Normallinie beziehe. Eine Kraft im eigentlichſten Verſtande würde nicht allemal nach der Normallinie wirken, und müſſe doch in jedem Falle ihre beſtimmte Größe haben, in welcher die

zufäl-

zufällige Beziehung auf dieſen oder jenen Punkt nichts ändern könnte.

Allein alle dieſe Gründe ſind meiner Meynung nach nicht hinreichend, die Schwungkraft als etwas Imaginaires zu betrachten, ſelbſt nach der atomiſtiſchen Lehrart nicht. Es wird zugegeben, daß der Körper beym erſten Anfange der Bewegung durch eine Kraft fortgeſtoßen worden ſey; dieſe Bewegung ſoll nun aber in alle Ewigkeit vermöge der Trägheit fortgeſetzt werden, die Centripetalkraft allein lenke den Körper in der Richtung ſeiner geradlinichten Bewegung in jedem Augenblicke oder ſtetig ab und bewirke die krumme Bahn, und die Centripetalkraft ſey allein wahre Kraft zu nennen. Wenn aber eine andere Kraft auf den in Bewegung begriffenen Körper nach einer andern Richtung wirkt, ſo wird er nicht allein von ſeiner geradlinichten Bahn abgelenkt, ſondern er wird auch von ſeiner Geſchwindigkeit gerade ſo viel verlieren, als die Kraft nach einer der geradlinichten Bahn des Körpers gerade entgegengeſetzten Richtung zu wirken vermag. Iſt alſo die Wirkung der Kraft auf den in geradlinichter Bewegung begriffenen Körper ſtetig, ſo muß auch die Verminderung der Bewegung des bewegten Körpers ſtetig ſeyn. Bey der freyen Centralbewegung wirkt aber wirklich die Centripetalkraft auf den durch den Wurf in Bewegung geſetzten Körper ſtetig, folglich muß auch dadurch der geworfene Körper in ſeiner Geſchwindigkeit alle Augenblicke eine Verminderung erleiden. Geſetzt alſo auch, der Urheber hätte den Körper durch eine unendliche Kraft fortgeſtoßen oder fortgeworfen, ſo würde daraus folgen, daß er ſich ohne Aufhören dem Mittelpunkte der Kräfte nähern, und folglich eine Schneckenlinie

beſchreiben müſſe. Soll alſo der Körper beſtändig in einer krummlinichten Bahn ſich fortbewegen, ſo muß nothwendig eine andere Kraft in entgegengeſetz- ter Richtung eben ſo ſtetig auf ihn wirken, als die Centripetalkraft es thut. Die Schwungkraft iſt folg- lich eine wirklich in der Natur exiſtirende Kraft. Au- ßerdem findet auch das Geſetz der Trägheit, daß näm- lich ein Körper mit unveränderter Richtung und Be- wegung fortgeht, nur im leeren Raume, nicht aber im widerſtehenden Mittel ſtatt; in dieſem muß end- lich einmal die Bewegung wegen des Widerſtandes aufhören. Soll alſo die Bewegung im widerſtehen- den Mittel ununterbrochen mit einerley oder auch bald mit einer geringern, bald mit einer größern Ge- ſchwindigkeit erfolgen, ſo muß auch eine äußere Kraft auf den in Bewegung geſetzten Körper wirken. Daß die Schwungkraft allemal auf die Richtung der Be- wegung nach der Normallinie wirken ſoll, iſt frey- lich mathematiſch, indem ja, wie bekannt, bey jeder Wirkung einer Kraft, ſie mag in einer Richtung, in welcher man will, wirken, nur derjenige Theil als wirkſam betrachtet wird, deſſen Richtung auf der Fläche, mithin bey centralen Bewegungen auf der Bahn ſenkrecht iſt. Dieſe mathematiſche Idee iſt aber gar kein Grund, daß die Grundkraft imaginair ſey. Man nimmt ſelbſt nach der atomiſtiſchen Lehre an, daß alle in der freyen Centralbewegung begriffe- nen Körper unter einander Anziehung beſitzen. So wird z. B. unſere Erde von der Sonne, aber auch vom Monde angezogen. Die Himmelskörper können al- ſo unter einander beſtändig eine ſolche Lage haben, daß die Anziehungen derſelben nach verſchiedenen Rich- tungen erfolgen, und daß dadurch ein Körper von dem einen an- und von dem andern abgezogen

werde, ſo daß ſie den Körper gleichſam nachſchleppen, und eben die ſo genannte Schwungkraft erregen. Selbſt die Störung der Weltkörper unter einander muß auf dieſem Grunde beruhen. Nach der dynamiſchen Lehrart iſt es ſchlechterdings nothwendig, daß ein bewegter Körper Kraft beſitze, indem es ſonſt unmöglich iſt, daß irgend eine Kraft auf die Bewegung eines Körpers wirken kann. Wegen der ſteten Einwirkung der Centripetalkraft auf den central bewegten Körper müßte endlich die Kraft, mithin auch die Bewegung des bewegten Körpers, verſchwinden, und folglich der Körper ſelbſt im Mittelpunkte der Kräfte eintreffen, wenn nicht eine Kraft der Centripetalkraft entgegen wirkte. Ueberdieß findet nach dieſer Lehre auch das Ungereimte nicht ſtatt, daß der Schöpfer bey der anfänglichen Bewegung allen den unzähligen Körper einen Wurf gegeben habe, und daß ſie nach dieſer geworfenen Richtung bis in alle Ewigkeit fortgehen müßten. Schon die urſprünglich anziehenden Kräfte, welche ſich nach den Maſſen richten, und in die Entfernung unmittelbar wirken, ſind hinreichend, ſich von der Centralbewegung der Himmelskörper eine richtige Idee zu machen.

Das Reiben oder die Friktion.

Herr Hube [n]) unterſcheidet eine doppelte Art der Friktion. Die der erſtern Art nennt er diejenige, welche bloß die Bewegung hindert und ſchwächt, die ein Körper anderswoher erhält. Oft aber bringt die Friktion in runden Körpern eine drehende Bewegung hervor, welche ohne ſie gar nicht ſtatt finden würde, und dieſe Friktion nennt er die der

n) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. 40ſter Brief.

der zweyten Art. So dreht ſich eine auf der horizontalen Fläche fortgeſchobene Kugel immer rückwärts, indem ſie vorwärts geht, bloß weil ſie ſich auf der Fläche reibt. Ihre fortgehende Bewegung wird durch die Reibung ebenfalls geſchwächt, aber viel weniger, als ſie geſchwächt werden würde, wenn die Reibung keine Drehung zuwegebrächte. Denn überhaupt iſt die Reibung der zweyten Art unter gleichen Umſtänden viel geringer, als die Reibung der erſten Art, und zwar um deſto mehr, je beweglicher der Körper, welcher ſich dreht, nach allen Seiten iſt. Unter allen runden Körpern, die einer ſolchen Drehung fähig ſind, iſt unſtreitig die Kugel nach allen Seiten hin am beweglichſten. Sie leidet alſo auch unter gleichen Umſtänden die kleinſte Reibung, und verliert durch ſie von ihrer fortgehenden Bewegung weniger, als Walzen oder Scheiben und Räder. Dieß iſt der Grund, warum man unter ungeheuren Maſſen, welche fortgezogen werden ſollen, metallene Kugeln legt, weil dadurch die Reibung ſo viel als möglich vermindert wird. Kleinere Laſten aber ſchiebt man gewöhnlich auf untergelegten Walzen fort, weil ſie bequemer als Kugeln ſind.

Wie ſehr der Widerſtand vermindert wird, wenn man die Reibung der erſten Art in die der zweyten Art verwandelt, zeigen ſelbſt unſere gewöhnlichen Fuhrwerke auf eine ſehr einleuchtende Art. Sie ſind mit Rädern verſehen, welche ſich wegen ihrer Reibung auf der Erde drehen, folglich an ihrem Umfange eine Reibung der zweyten Art leiden, anſtatt daß die ganze Reibung eines Schlittens oder einer Schleiſe von der erſten Art iſt. Ungeachtet nun die Räder ſich wirklich noch an ihren Achſen auf die erſte Art

rei=

reiben, und ungeachtet ſie theils durch ſich ſelbſt, theils durch die Achſen und die übrigen zu ihrer Befeſtigung nöthigen Theile das Gewicht der Wagen ungemein vermehren, ſo machen ſie dennoch, bloß durch ihr Drehen, daß auf einem ungleichen Boden, wo die Reibung vorzüglich groß iſt, die Wagen viel leichter fortzuziehen ſind, als die Schleifen oder Schlitten. Hemmt man aber die Räder, ſo wird die Bewegung derſelben ungemein erſchwert, weil jetzt ihre ganze Reibung bloß von der erſten Art iſt.

Auf eine ähnliche Art kann auch die Reibung liegender oder horizontaler Wellen vermindert werden, wenn man jeden ihrer Zapfen nicht auf ein unbewegliches Lager, ſondern auf die Räder zweyer neben einander geſtellter Rollen oder Räder legt, die ſich beyde nach entgegengeſetzten Richtungen drehen, wenn die Welle gedreht wird. Denn weil die Drehung der Rollen bloß eine Folge der Reibung zwiſchen ihren Rändern und den Zapfen der Wellen iſt, ſo gehört dieſe Reibung zur zweyten Art, anſtatt daß die Reibung der Zapfen auf unbeweglichen Lagern von der erſten Art iſt. Es reiben ſich zwar die Zapfen der Rollen oder Räder auch auf die erſte Art, allein dieſe Reibung wird durch eine geringe Kraft überwunden, weil ihr Ort am Umfange des Zapfens der Rolle und alſo der Achſe, um welche ſich die Rolle dreht, viel näher liegt, als der Ort der Kraft, der am Umfange der Rolle ſelbſt iſt. Daher wird bey kleinen und leichten Maſchinen, die mit liegenden Wellen verſehen ſind, die Bewegung ſehr erleichtert, wenn man die Zapfen jener Wellen auf etwas große Rollen legt. Bey großen und ſchweren Maſchinen aber, dergleichen die Mühlen ſind, kann man ſich dieſes Vortheils nicht

nicht bedienen, weil die Rollen durch die große Laſt der Welle bald verbogen und unbrauchbar gemacht werden würden..

Die drehende Bewegung der Kugeln und Walzen bey der Reibung der zweyten Art rührt bloß daher, daß die erhabenen Theilchen ihrer Oberflächen auf die Theilchen der Flächen ſtoßen, auf welchen ſie ſich fortbewegen, und von ihnen zurückgetrieben werden. Da die letztern unbeweglich ſind, ſo benehmen ſie den erſtern, welche ſich leicht zurücktreiben laſſen, ihre ganze Bewegung, oder ſie ſtoßen ſie eben ſo ſtark rückwärts, als ſie mit den übrigen Theilen und der Achſe, um welche ſie ſich drehen, vorwärts gehen. Daher dreht ſich der Umfang eines Wagenrades eben ſo ſchnell rückwärts um ſeine Achſe, als dieſe nebſt dem Wagen fortgeht. Auf eine ähnliche Art verhalten ſich die Walzen und Kugeln, die man auf einer horizontalen Fläche fortſchiebt oder zieht.

Dadurch, daß die Theilchen der Fläche auf die Theilchen des Umfangs des Rades ſtoßen, welches auf ihr fortgezogen wird, entſteht in dem Rade nicht nur eine drehende Bewegung, ſondern es wird auch zugleich die fortgehende Bewegung deſſelben geſchwächt, und zwar um deſto mehr, je ſchneller das Rad fortgezogen wird. Daher wächſt die Reibung der zweyten Art mit der Geſchwindigkeit, ungeachtet ſie überhaupt mehrentheils nur gering iſt. Dreht ſich aber ein runder Körper, indem er ſich auf einer Fläche reibt, nicht durch Reibung, ſondern durch eine andere Kraft, ſo wie z. B. die Welle einer Mühle auf ihren Zapfenlagern, ſo iſt die Reibung von der erſtern Art, weil die ſtoßenden Theilchen einander in dieſem Falle nicht ausweichen.

Euler betrachtete, wie bereits im IV. Theile S. 153. angeführt iſt, die Friktion als eine während der Bewegung beſtändig gleich bleibende Größe. Auch bewieſen dieß ſchon die Verſuche, welche Schober in den Salzgruben bey Krakau mit Rollen gemacht hat, deren Achſen von Stahl, die Lager theils von Horn, theils von Metall waren. Denn die Bewegung dieſer Rollen und der an ihnen hängenden Gewichte blieb beſtändig, und ſelbſt bey einer Tiefe von 216 Fuß, durch welche die letztern giengen, und zwar mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung. Sie wurde alſo von einer gleichförmigen Kraft erzeugt. Da nun dieſe Kraft von dem Uebergewichte auf der einen Seite, welches während der ganzen Bewegung immer von gleicher Größe blieb, nach Abzug der Friktion entſtand, ſo mußte auch die Friktion immer gleich groß bleiben. Mit dieſen Verſuchen ſtimmen auch die des Herrn Coulomb überein, welche zeigen, daß auch Holz auf Holz, wenn es ungeſchmiert iſt, die Reibung bey jeder Geſchwindigkeit ungefähr einerley Größe behält. Aber bey geſchmierten Flächen wächſt die Friktion mit der zunehmenden Geſchwindigkeit immer fort. Daher wird auch die Bewegung immer geringer, und zuletzt gar nicht weiter beſchleunigt. Aus dieſer Urſache fangen auch die Maſchinen, die von irgend einer Kraft beſchleunigt werden, in kurzer Zeit ſich gleichförmig zu bewegen an, wenn ſie geſchmiert ſind.

Nach Euler's Vorausſetzung hat Herr Prof. Gerſtner in Prag Unterſuchungen über das Reiben beym Räderwerke angeſtellt. Wenn die Politur mittelmäßig war, ſo betrug die Friktion nie über $\frac{1}{3}$ des Drucks; bey guter Einſchmierung des Zapfens war ſie

ſie auch nur $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{8}$ des Drucks. Die Kraft muß allemal größer ſeyn, wenn das Rad den Trilling, als wenn dieſer jenes in Bewegung ſetzt; auch iſt in beyden Fällen weniger Kraft nöthig, wenn die Dicke der Triebſtecken größer gemacht wird, als die halbe Entfernung des einen von dem andern. Es iſt daher vortheilhafter, wenn man dem Rade, an welchem die Kraft arbeitet, die Geſtalt eines Trillings giebt, auch wenn man die Triebſtecken dicker, die Zähne hingegen dünner macht.

Bewegung tropfbar flüſſiger Körper.

Bisher hatte man das Waſſer für vollkommen flüſſig gehalten, und auf dieſer Vorausſetzung beruhen die Geſetze der Hydroſtatik und Hydraulik. Der Herr Prof. Gerſtner o) kam auf die wahrſcheinliche Vermuthung, daß die Flüſſigkeit des Waſſers bey verſchiedenen Wärmegraden verſchieden ſeyn könne, und daß dieſer Umſtand, wenn er wirklich ſtatt fände, auf die Bewegung des Waſſers einen merklichen Einfluß haben müſſe. Dieß veranlaßte dem Herrn Gerſtner, gegen das Ende des Jahrs 1796 hierüber Verſuche anzuſtellen, aus welchen deutlich zu erſehen iſt, daß nach ſeiner Meynung der Widerſtand beym Laufe des Waſſers in Flüſſen und Röhrenleitungen, welche Einige der Rauhigkeit des Flußbetts und einer daraus entſtehenden Reibung, Andere der Adhäſion des Waſſers an die Wände der Röhren u. ſ. f. beygemeſſen haben, größtentheils im eigentlichen Verſtande der unvollkommenen Flüſſigkeit des Waſſers zuzuſchreiben iſt.

Sein

o) Neue Abhandlungen der königl. Böhmiſchen Geſellſchaft der Wiſſenſch. B. III. Prag 1795. S. 141 f.

Sein hiezu gebrauchter Apparat beſtand in einem verzinnten Eiſenbleche, einem Schwimmer und einem darauf geſteckten Maaßſtäbchen, einigen Glasröhren, einer Waſſerwage, einem Thermometer und einer Sekundenuhr. Das Gefäß war cylindriſch, $11\frac{1}{2}$ Pariſ. Zoll hoch, und hatte 4 Zoll 11 Linien im Durchmeſſer. Dieß cylindriſche Gefäß war noch mit einem andern umgeben, welches $5\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, und $11\frac{3}{4}$ Linien in der Höhe hatte, ſo daß zwiſchen den Wänden beyder Cylinder allenthalben, wie auch am Boden, $\frac{1}{4}$ Zoll Zwiſchenraum blieb. Dieſer Zwiſchenraum wurde, bey Verſuchen mit höhern Temperaturen, mit heißem Waſſer von der verlangten Temperatur angefüllt, um dadurch für den innern Cylinder eine gleichförmigere und beſtändigere Erwärmung zu erhalten. Nahe am Boden des Cylinders war eine Oeffnung von $4\frac{1}{2}$ Linien im Durchmeſſer; durch dieſe Oeffnung gieng in horizontaler Richtung eine kurze blecherne Röhre, welche an die Wände des innern und äußern Cylinders angelöthet war. Zugleich wurde dafür geſorgt, daß nichts von dieſer Röhre über die inwendige Fläche des Gefäßes hervorſtand, ſondern daß ſie mit dem innern Cylinder ſo viel möglich eben gemacht wurde. Oben war dieſes Gefäß mit einem darauf paſſenden, in der Mitte erhabenen Deckel verſehen, der in ſeiner Mitte eine 9 Linien weite Oeffnung hatte, durch welche der Maaßſtab des Schwimmers ganz frey, und ohne ſich an den Rand der Oeffnung anzulehnen, nieder zu gehen pflegte.

Der Schwimmer beſtand aus einem hölzernen Kreuze, deſſen beyde Arme jeder $9\frac{1}{2}$ Linie breit, 2 Linien dick und 4 Zoll 8 Linien lang war, und das ein rundes, etwa $1\frac{1}{2}$ Linie dickes, ſenkrecht darauf geſteck-

tes Stäbchen trug, welches mit aller Sorgfalt in Zolle und Zehntelzolle eingetheilt war. Man ſetzte den Schwimmer ſammt dem Stäbchen einige Stunden lang auf warmes Waſſer, bis er ſich vollkommen angetrunken hatte, und richtete dann die Abtheilungen des Maaßſtäbchens ſo ein, daß jeder Theilungspunkt bey der Oberfläche des Deckels genau die Höhe des Waſſerſtandes über der Mitte der Ausflußöffnung anzeigte. Eben ſo wurde auch dieſer Schwimmer vor dem Anfange eines jeden Verſuchs einige Stunden lang auf Waſſer geſetzt, damit er ſich jedesmal vorher vollkommen antrinken, und bey den Verſuchen ſelbſt keine Unrichtigkeiten mehr veranlaſſen ſollte. Ueberdieß wurde der Stand des Stäbchens während der Verſuche noch mehrmals geprüft, und jeder Verſuch, worin ſich eine Unrichtigkeit vermuthen ließ, verworfen.

Die Glasröhren wurden aus einem ſehr großen Vorrathe 6 bis 7 Fuß langer Barometerröhren gewählt. Man nahm hiebey vorzüglich auf gleiches reines Glas, ohne Knöpfe, und auf einen gleichförmigen Durchmeſſer Rückſicht. Die ausgewählten Röhren wurden noch einer ſorgfältigern Prüfung unterworfen, indem man ſie, ſo wie die gewöhnlichen Thermometerröhren, mittelſt einer hineingelaſſenen 4 bis 5 Zoll langen Queckſilberſäule, Zoll für Zoll, prüfte. Nur diejenigen Stücke dieſer Röhren, in welchen ſich die Queckſilberſäule nicht über $\frac{1}{80}$ ihrer Länge änderte, wurden für tauglich angenommen. Das übrige wurde abgebrochen, und das Ende der Röhre bis auf die erforderliche Länge abgeſchliffen. Endlich wurde die erwähnte Queckſilberſäule auf einer Probierwage genau abgewogen. Dieſes Gewicht diente,

te, nebſt der Länge, welche die Queckſilberſäule in der Röhre einnahm, den Durchmeſſer derſelben weit genauer zu berechnen, als es durch irgend eine andere mikroſkopiſche Meſſung möglich geweſen ſeyn würde.

Um den Einfluß, den die Verſchiedenheit des Durchmeſſers der Röhren auf die Bewegung des Waſſers hervorbringt, von dem Einfluſſe, den die Längen der Röhren haben, abzuſondern, ließ er Röhren von verſchiedenen Durchmeſſern genau einerley Länge geben, und dann dieſe Länge, bey möglichſt ungeändertem Durchmeſſer, abändern.

Das eine Ende jeder Glasröhre wurde mit einem hölzernen zapfenförmigen Anſatze bekleidet, um ſie damit ſicherer und bequemer an das cylindriſche Gefäß anſtecken, und nach geendigtem Verſuche wieder wegnehmen zu können. Die durchbohrte Oeffnung dieſer zapfenförmigen Anſätze war genau ſo groß, als es die Stärke jeder Glasröhre erforderte, und der größere Umfang derſelben paßte genau in die oben erwähnte blecherne Röhre des cylindriſchen Gefäßes. Zugleich wurde dafür geſorgt, daß das Ende dieſer Zapfen ſammt dem Ende der durchgeſteckten Glasröhre mit der innern Fläche des Gefäßes eine vollkommene Ebene bildete.

Die Waſſerwage diente, ſowohl den Tiſch, worauf das Gefäß ſtand, als auch die Röhren vollkommen horizontal zu ſtellen. Röhren, deren Glas ein wenig gebogen war, wurden ſo gelegt, daß die Fläche ihrer Biegung horizontal zu liegen kam, damit nämlich die Bewegung des Waſſers durch die Röhren, ſo viel möglich, weder ſteigen noch fallen, ſondern in einer horizontalen Ebene fortgehen möchte.

Die Kugel des Thermometers hatte nur 3 Linien im Durchmeſſer, und der Zwiſchenraum zwiſchen dem Gefrierpunkte und Siedpunkte, der in 80 gleiche Theile getheilt war, eine Länge von 11 Zoll. Man konnte daher Zehntheile eines Grades ſehr leicht unterſcheiden.

Die Verfahrungsart war nun folgende: Nachdem das Gefäß und die angeſteckte Röhre in die erforderliche horizontale Stellung gebracht, und die Ausflußöffnung der letztern gehörig verſchloſſen war, wurde in das Gefäß heißes Waſſer gegoſſen, und der Schwimmer mit dem Maaßſtabe darauf geſetzt. Man wartete nun die Zeit ab, bis durch allmählige Abkühlung die Temperatur des Waſſers dem beſtimmten Thermometergrade nahe kam. Geſchah dieß, ſo wurde das Gefäß mit ſeinem Deckel verſchloſſen, die Ausflußöffuung der Röhre geöffnet, und das Auge mit dem Rande der Oeffnung des Deckels in horizontaler Lage gehalten; und in dieſer Stellung wurden die Zeitſekunden bemerkt, in welchen die Abtheilungen des Maaßſtabes unter die Ebene der Oeffnung hinabſinken.

Der Schwierigkeit, dem Waſſer eine beſtimmte Wärme zu geben, und ſie eine ſo lange Zeit hindurch, als das volle Gefäß zu ſeiner Ausleerung, beſonders bey engen Röhren, nöthig hatte, zu erhalten, wurde dadurch abgeholfen, daß man für jede Temperatur zwey Reihen Verſuche machte, die erſte bey einem um 1 oder 2 Grade höhern, und die zweyte bey einem gleichen oder eben ſo viel niedrigerm Grade; woraus ſich die Zeitmomente für den dazwiſchen liegenden Thermometergrad ſehr zuverläſſig berechnen ließen.

Aus

Aus der großen Menge von Verſuchen, welche Herr Gerſtner anſtellte, zog er dieſe Folgen:

1. Daß die Wärme, nicht etwa unbedeutende, ſondern ſehr beträchtliche Aenderungen in der Bewegung des Waſſers verurſacht.

2. Daß die Aenderungen, welche die Wärme in den Geſchwindigkeiten des Waſſers hervorbringt, beträchtlicher bey Röhren von einem kleinern, als bey Röhren von einem größern Durchmeſſer ſind, und daß ſie bey kleinern Geſchwindigkeiten anſehnlicher als bey größern werden.

3. Der Einfluß der Wärme iſt am größten in der Nähe des Gefrierpunkts. Auch iſt es ſehr ſichtbar, daß dieſer Einfluß überhaupt nicht im Verhältniß der Wärme zu- und abnehme, ſondern ſein Maximum habe, welches ſowohl von der Geſchwindigkeit des Waſſers, als auch von der Größe des Durchmeſſers der Röhre abhängt.

4. Die bekannte Formel des Chevalier Büat gilt, wenigſtens bey den Röhren des Herrn Gerſtner, für keinen beſtimmten Wärmegrad. Gewöhnlich giebt ſie die größern Geſchwindigkeiten zu klein, und die kleinen zu groß an.

5. Die Wärme allein iſt aus dem Grunde, weil ſie die Flüſſigkeit vermehrt, ſchon hinreichend, den Kreislauf des Bluts und der Säfte zu beſchleunigen. Der Puls ſchlägt geſchwinder unter den heißen Himmelsſtrichen, als unter den kalten. Bey Röhren von ſehr geringen Durchmeſſern, wie z. B. diejenigen ſind, wodurch die Arterien mit den Venen communiciren, verurſacht die Wärme noch weit größere Aenderungen, als in den Verſuchen gefunden ward.

6. Daraus erhellet ferner, daß die Vegetation in warmen Sommertagen beſſer von ſtatten geht, als im Herbſte und im Winter. Zugleich zeigt (3) die Urſache, warum für gewiſſe Pflanzen nur ein beſtimmter Wärmegrad am zuträglichſten iſt, und warum ſie ſich nicht nur bey abnehmender, ſondern auch bey zunehmender Wärme ſchlechter befinden.

7. Endlich erklären ſich hieraus viele Erſcheinungen, die bey dem Laufe des Waſſers in Röhren, Kanälen und Flüſſen beobachtet werden. In unbedeckten Gerinnen bleibt das Waſſer ſehr auffallend zurück, wenn Schnee hineinfällt. Ungeachtet das Waſſer noch nicht gefriert, ſo bildet ſich hiebey ein Grundeis, welches dem Waſſer mehr Conſiſtenz giebt, und auf eine in die Augen fallende mechaniſche Art die Verzögerung des Waſſers ſichtbar macht.

Ueber den Ausfluß der flüſſigen Materien aus Oeffnungen in Gefäßen hat Samuel Vince [p]) neue Unterſuchungen angeſtellt, und gefunden, daß die Bernoulli'ſche Theorie keinesweges auf alle Fälle anwendbar ſey, daß ſie aber in gewiſſen Fällen zu Reſultaten führe, welche mit der Erfahrung ſehr gut übereinſtimmen. Daraus folge, daß entweder die allgemeinen Lehren von der Bewegung ſich auf die Bewegung des Waſſers nicht anwenden ließen, oder daß dieſes Zuſammenſtimmen nur zufällig ſey. Welches von beyden der Fall ſey, möchte nicht leicht auszumachen ſeyn.

Noch weiter hat Venturi [q]) dieſe Unterſuchungen getrieben, und bey der Bewegung des Waſſers

p) Philoſ. Tranſact. 1795. p. 24. 1798.

q) Recherches experiment. ſur le principe de communication

ſers und den Einfluß derſelben durch Röhren nebſt mehreren andern Erſcheinungen glücklich erklärt, von welchen man bisher nicht gehörig Rechenſchaft geben konnte.

Die hiſtoriſche Erzählung aller dieſer Theorien gehört aber mehr in die Geſchichte der Mathematik, als hieher.

Die vorzüglichen neuern hieher gehörigen Lehrbücher der Hydraulik ſind die von Bernhard [r]), Boſſuet [s]), Karl Chr. Langsdorf [t]), Joh. Georg Büſch [u]), von Büat [x]), und von Prony [y]).

Erſtes

tion laterale dans les fluides, appliqué à l'explication de différens phénomènes hydrauliques. Paris 1797. 8.

r) Neue Grundlehren der Hydraulik mit ihrer Anwendung auf die wichtigſten Theile der Hydrotechnik; a. d. Franz. überſ. und mit Anmerk. herausgeg. von Langsdorf. Gießen 1790. 8.

s) Lehrbegriff der Hydrodynamik nach Theorie und Erfahrung; aus d. Franz. mit Anmerk. und Zuſ. v. Langsdorf. 2 Bände. Frankf. am Mayn. 1791. 1792. 8.

t) Lehrbegriff der Hydraulik mit beſtändiger Rückſicht auf die Erfahrung. Altenb. 1794. 4. Fortſetzung des Lehrbegriffs der Hydraulik, welche eine Theorie der Schwungräder und ihrer Anwendung bey Maſchinen enthält. Altenb. 1796.

u) Verſuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerl. Lebens 3ten Theils 2ter Band. Hamb. 1796.

x) Grundlehren der Hydraulik; aus d. Franz. überſ. mit Anmerk. und Zuſätzen von Joh. Friedr. Lempe. Th. I. Leipz. 1796.

y) Nouvelle architecture hydraulique &c. prém. part. à Paris 1790. ſec. part. contenant la deſcription detail-

 lée

Erſtes Kapitel.

Entdeckungen in der Lehre vom Gleichgewichte und von der Bewegung der Luft.

Schwere oder Druck der Luft.

Der Bürger Conte', Director der zu Meudon errichteten aeroſtatiſchen Schule hat den Gedanken gehabt, den Druck der Luft durch den Zeitverluſt zu meſſen, den man beobachten kann, wenn man aus einem Gefäße, worin ſich die Luft auf einerley Grad verdünnt befindet, Flüſſigkeiten, z. B. Waſſer oder Queckſilber, ausſtrömen läßt. Er hat ſich hiezu anfänglich eines Gefäßes, aus zwey hohlen durch Federn von einander gehaltenen und genau auf einander paſſenden Schalen beſtehend, bedient, nachher aber ſolche Vorrichtungen gewählt, wo ſich die Luft im innern Raume durch Ausziehung eines dabey angebrachten Kolbens bis auf einen gewiſſen Grad verdünnen ließ. Die Verſuche haben ihm für verſchiedene Höhen merklich verſchiedene Reſultate gegeben; auch war das neueſte dieſer Werkzeuge ſo eingerichtet, daß man das in den Raum der verdünnten Luft eingedrungene Queckſilber

lée des machines à feu. à Paris 1796. 4. Neue Architectura Hydraulika vom H. von Prony. Th. I. B. 1. welcher die Statik, Dynamik, Hydroſtatik und Hydrodynamik enthält; aus d. Franz. v. Langsdorf. Frankf. am Mayn 1791. 4. Th. I. B. 2.; welcher die allgemeinen Lehren von Maſchinen und dabey anwendbaren Kräften und die phyſiſchen Umſtände enthält, welche auf Gleichgewicht und Bewegung Einfluß haben. Frankf. am Mayn 1795. 4.

ſilber nicht bloß nach dem Zeitmaaße, ſondern nach dem abſoluten Gewichte und mit andern Einſtrömungen vergleichen konnte. Als er einen ſolchen Verſuch an der Waſſerfläche der Seine und auf dem Altane des Schloſſes zu Meudon anſtellte, erhielt er einen Unterſchied von 9 Sekunden in der Dauer der beyden Ausflüſſe, für eine Veränderung in der Höhe, bey der das Barometer 4 Linien fiel. Bey der Gewichtsbeſtimmung zeigte ſich die Empfindlichkeit dieſes Inſtruments ſo groß, daß, als man es nach der Füllung auf dem Platz der ehemaligen Notre-Dame-Kirche auf einen 204 Fuß hohen Thurm derſelben trug, 1877 Gran Queckſilber ausfloſſen, welches für 1 Fuß ohngefähr 9 Gran giebt. Zu bemerken iſt, daß die Verſchiedenheit der Temperatur ſehr vielen Einfluß auf dieſes Werkzeug hat.

Barometer und Barometerveränderungen.

Nachdem Herr de Lüc die Barometer auf eine ſo vorzügliche Art verbeſſert, und zugleich das Auskochen des Queckſilbers als eine der weſentlichen Eigenſchaften eines guten Barometers empfohlen hatte, ſo ſind nach der Zeit mehrere Phyſiker beſchäfftigt geweſen, theils neue Einrichtungen, theils mehrere Vollkommenheiten an den Barometern anzubringen.

Da man das Heberbarometer, wenn die Schenkel deſſelben eine durchaus gleiche Weite beſitzen, als das beſte unter allen andern Barometern gefunden hatte, ſo kann man leicht denken, daß Mehrere ſich Mühe geben würden, an der von de Lüc angegebenen Einrichtung wo möglich einige Verbeſſerungen anzubringen. An Herrn de Lüc's Barometer war ſowohl der längere als der kürzere Schenkel mit einer Skale verſehen,

ſehen, und man mußte bey jeder Beobachtung auf beyde Skalen ſehen, um den jedesmaligen Barometerſtand zu erhalten. Herr Luz [z]) machte dagegen die Skale am Heberbarometer beweglich, und dadurch die Beobachtung am kurzen Schenkel entbehrlich. Ueberdieß verbeſſerte Herr Luz dieß Barometer noch dadurch, daß er die Röhre ſelbſt beweglich machte, um ſogleich, ohne vorher, wie gewöhnlich, das Niveau berichtigen zu müſſen, die jedesmahlige Barometerhöhe zu erhalten.

Schon vor Herrn de Lüc hatte ein holländiſcher Künſtler, Prins, ein Mittel gefunden, die ſogenannten Gefäßbarometer dadurch zu verbeſſern, daß er das Niveau des Queckſilbers im Gefäße beſtändig gleich hoch erhielt. Er ſetzte nämlich bey der einfachen Einrichtung der Torricelliſchen Röhre über die Queckſilberfläche im Gefäße einen Deckel mit einer Oeffnung in der Mitte, durch welche die Torricelliſche Röhre hindurch gieng, ohne ſeinen Rand zu berühren. Das Gefäß war mit Queckſilber gefüllt, welches ſelbſt bey der größten Barometerhöhe noch bis über die Oeffnung des Deckels hervortrat, und ſich in Geſtalt eines Ringes um die Röhre legte. Fiel nun das Barometer, ſo ſtieg zwar mehr Queckſilber über die Oeffnung des Deckels hervor, trat aber daſelbſt nicht höher, ſondern machte nur, daß der um die Glasröhre gehende Queckſilberring ſich ausbreitete und nach und nach den ganzen Deckel bedeckte. So ſinnreich dieſe Einrichtung war, ſo iſt ſie doch lange Zeit hindurch nicht in Gebrauch gekommen, bis endlich Herr de Lüc ſie wieder in Erinnerung brachte,

z) Vollſtändige Beſchreibung von Barometern. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8. S. 163. f.

brachte, und dadurch die Neuern veranlaßte, ſie mit Vortheil zu gebrauchen.

Eine Verbeſſerung der Prinsſchen Einrichtung ſchlägt Herr Luz a) vor. Seiner Beſchreibung nach iſt ſie folgende: das Gefäß beſteht aus hartem Holze, auf welches ein Deckel von beliebiger Geſtalt geſteckt wird, um das Queckſilber im Gefäße gegen den Staub zu ſichern; in der Mitte hat dieſer Deckel ein Loch von der Größe, daß die Barometerröhre hineinpaßt. Das Gefäß hat äußerlich die Form eines Cylinders. Iſt nun die Barometerröhre gehörig gefüllt und ausgekocht, ſo wird ſie eingeküttet. Auch hat Luz dieſes Barometer zum Reiſebarometer einzurichten gelehrt.

Der Herr Mechanikus Brander b) in Augsburg machte ebenfalls im Jahre 1772 zwey neue Barometer bekannt. Bey der erſten Einrichtung iſt das ganze Barometer an ein Bret angeſchraubt, in welches ſeiner ganzen Länge nach ein breiter Falz eingehobelt iſt, worin ein eben ſo breites Lineal hineinpaßt, das darin ohngefähr einen halben Zoll ſich hinauf und herab ſchieben läßt. Auf dieſem Lineal, welches vermittelſt dreyer meſſingener Kopfſchrauben an dem Bret feſtgehalten wird, befindet ſich nahe an der Glasröhre ein Maasſtab, wodurch der Pariſ. Fuß in

a) Beſchreibung von Barometern. Nürnb. u. Leipz. 1784. 8. §. 131. f.

b) Kurze Beſchreibung zweyer beſonderer und neuer Barometer, welche ſich nicht nur verſchließen, und ſicher von einem Ort zum andern bringen laſſen, ſondern auch zu Höhenbeobachtungen vorzüglich zu gebrauchen ſind, als ein Zuſatz zu des H. du Creſt Sammlung kleiner Schriften von Thermometern und Barometern. Augsburg 1772. 8.

in Zoll und Linien, und durch die Zahlen von 1 bis 28 unterſchieden worden iſt. Neben dieſem Maasſtabe ſind auch verſchiedene mittlere Höhenbeobachtungen angezeigt. Auf beyden Seiten ſind noch zwey andere Maasſtäbe angebracht, welche verſchiedene Beobachtungen von Barometerhöhen enthalten.

Das andere Barometer hat folgende Einrichtung. Das Bret, worauf das Barometer feſt gemacht worden, iſt von dem vorhergehenden nur darin verſchieden, daß hier keine bewegliche Regel angebracht worden, ſondern der Maasſtab der Zolle und Linien ſogleich auf das Bret gezeichnet iſt. Die übrige Einrichtung iſt wenig verſchieden von der vorigen.

Der Ritter Landriani hat nach dem Herrn von Magellan c) ein eigenes Barometer erfunden, welches letzterer das ſtereometriſche Barometer nennt, weil es aus der ausgefloſſenen Menge Queckſilber beſteht, das von einer beſtimmten Höhe herab gefallen iſt. Es iſt das Heberbarometer des Herrn de Lüc, an deſſen kurzen Schenkel eine elfenbeinerne Büchſe gekittet iſt, aus welcher das Queckſilber mittelſt eines, wie bey einer Luftpumpe, doppelt durchborten Hahns in einen Trichter, woran eine engere durchaus gleich weite Röhre, als die Barometerröhre ſelbſt iſt, gekittet worden, abgelaſſen werden kann. Da ſich nun in der engen Röhre, an welche der Trichter gekittet worden, das abgezapfte Queckſilber weiter als in der Barometerröhre ſelbſt verbreiten kann, ſo erhält man dadurch ein Mittel, noch kleinere Theile, als die Linien des Barometers ſind, zu

c) Beſchreibung neuer Barometer, nebſt Anweiſung zum Gebrauch derſelben. Leipz. 1782. 8.

zu beſtimmen. Hierdurch läßt ſich alſo finden, um wie viele Linien und um wie viele Theile derſelben das Barometer von ſeiner höchſten Höhe herabgefallen iſt. Allein da das abgezapfte Queckſilber allemal wieder in die elfenbeinerne Büchſe gegoſſen werden muß, ſo verurſacht dieſes nicht allein Zeitverluſt bey jeder Beobachtung, ſondern man iſt auch der Gefahr ausgeſetzt, beym Ablaſſen und beym Einlaſſen Queckſilber zu verlieren oder auch mit Schmutz zu vermiſchen, ſo daß dieſes Barometer zum Gebrauche eben nicht zu empfehlen iſt.

Herr Magellan ſelbſt hat eine von ihm erfundene Einrichtung des Barometers angegeben, welches er das Barometer mit dem Sektor nennt, weil die Röhre bey jeder Veränderung der Queckſilberſäule geneigt werden muß, ſo daß dadurch, an einer Skale abgemeſſen, der Stand des Barometers angegeben werden ſoll. Um nun dieß zu bewerkſtelligen, ſoll man das Heberbarometer um einen Punkt am längern Schenkel beweglich machen, daſſelbe in eine ſchiefe Lage bringen, bis das Queckſilber im kürzern Schenkel die auf dem Bret verzeichnete Horizontalfläche oo erreiche. Allein eine ſolche Künſteley erſchwert die Beobachtungen ſehr, anderer Schwierigkeiten dabey nicht zu gedenken, welche ſie unſicher machen.

Auch giebt Magellan eine ſehr undeutliche Beſchreibung eines Reiſebarometers, welches ein Heberbarometer iſt, deſſen beyde Schenkel durch ein Gefäß verbunden ſind. Das Gefäß beſteht aus zwey zuſammengeſchraubten Theilen. Der obere Theil endigt ſich unten in einen ledernen Beutel, welcher das Queckſilber trägt. Durch den Boden des untern Theils geht eine Schraube mit einer Platte, durch wel-

welche man den ledernen Beutel zuſammendrucken oder nachlaſſen, und ſo mehr oder weniger Queckſilber nach Gefallen in beyde Schenkel des Barometers bringen kann. Man ſoll bey der Beobachtung die Schraube ſo ſtellen, daß das Queckſilber im kürzern Schenkel gerade an die Horizontallinie tritt, auf welche ſich die Skale bezieht; beym Mitführen auf Reiſen, ſoll man den Beutel ſo zuſammenſchrauben, daß der längere Schenkel ganz mit Queckſilber angefüllt wird.

D. Hooke und Amontons hatten vorgeſchlagen, mit dem Meerbarometer ein gewöhnliches Thermometer zu verbinden, um zu ſehen, welcher Theil der Veränderungen von der Wärme herrühre. (Th. II. S. 424.) Dieſen Vorſchlag hat Magellan dadurch verbeſſert, daß er das Inſtrument mit Queckſilber füllt, und, um den Druck dieſes Queckſilbers auf die Luft aufzuheben, umkehrt. Nun küttet er dieſes Luftthermometer auf ein hölzernes Käſtchen, welches das Queckſilber in einem ledernen Beutel enthält, der mit einer Schraube zuſammengedruckt werden kann. Mit dieſem Queckſilber iſt noch eine auf das Käſtchen aufgeſetzte Glasröhre verbunden, in welcher man vermittelſt der Schraube das Queckſilber eben ſo hoch ſtellt, als es im Luftthermometer ſteht. So halten ſich beyde Queckſilberſäulen das Gleichgewicht, und der Druck der Atmoſphäre auf die Luft in der Kugel wird vom Queckſilber nicht mehr geändert. Herr Luz hat hiebey noch mehr Verbeſſerungen angebracht; allein die von ihm vorgeſchlagene Einrichtung der Skale iſt ſowohl für das Barometer, als auch für das dazu gehörige Thermometer, ſchwer auszuführen.

Was

Was die Kapſelbarometer betrifft, ſo hat Herr Changeux [e]) ſelbige noch mit einer kleinen Röhre (fig. 14.) de verſehen, welche von d gegen e hin etwa um 1 Linie in die Höhe geht, und bey e aufwärts gebogen und offen iſt. Auf dieſe Weiſe, glaubt er, werde das Queckſilber nie über d ſteigen, folglich die Horizontalfläche in dem Behältniſſe beym Steigen und Fallen des Queckſilbers in der Barometerröhre eine und die nämliche bleiben. Allein weil die Röhre de ſchief ſtehen muß, damit das hineingetretene Queckſilber wieder herauslaufen könne, ſo wird in der That das Queckſilber in dem Behältniſſe um 1 Linie höher geſtiegen ſeyn, wenn die Röhre de ganz voll iſt; folglich wird die Abſicht dadurch nicht erreicht.

Auch giebt Changeux Reiſebarometer an, welche, auf einen Berg getragen oder in eine Tiefe gebracht, den Barometerſtand der Höhe oder Tiefe ſelbſt angeben ſollen, wenn ſie zurückkommen. Sie ſind Heberbarometer. Für die Höhen wird ein Appendix, wie de, nur herunterwärts geneigt, an den kürzern Schenkel angebracht, und ſo viel Queckſilber eingefüllt, daß es gerade bis an den Appendix reicht. Auf dem Berge wird daher ſo viel Queckſilber, als in den kürzern Schenkel ſteigt, in den Appendix laufen, und durch die Menge deſſelben ſoll der Barometerſtand auf dem Berge berechnet werden. Für Beobachtungen in der Tiefe bringt er den Appendix an den längern Schenkel, hierauf wird in der Höhe wiederum ſo viel Queckſilber eingefüllt, daß es gerade bis an den Appendix ſteht. Sobald nun das Barometer in die Tie-

d) Deſcription de nouveaux barométres à appendice. Journal de phyſique. May 1783.

Tiefe hinabgelaſſen wird, ſo ſteigt das Queckſilber in der längern Röhre, und läuft in den Appendix, da alsdann wiederum durch die Menge des in den Appendix gelaufenen Queckſilbers der Barometerſtand berechnet werden ſoll. Dieſe Barometer ſind aber unausführbar.

Ein anderes Reiſebarometer erfand Aſſier Perica [e]), deſſen Einrichtung von dem Magellan'ſchen Reiſebarometer nicht viel verſchieden iſt. Der Queckſilberbehälter iſt der vorzüglichſte Theil an dieſem Barometer. An dem obern Theile des Behälters iſt eine Schraube von Elfenbein angebracht, welche dazu dient, die Luft durch den hinter ihr befindlichen Kanal in das Innere des Behälters über das Queckſilber zu leiten, und ſie mit der Atmoſphäre in Verbindung zu erhalten. Auf der Oberfläche des Queckſilbers in dem Behälter liegt eine elfenbeinerne Scheibe, durch deren Mitte die Barometerröhre in das Queckſilber geht. Dieſe Scheibe iſt an einer Seite noch einmal durchbort, durch welche Oeffnung ein Stängelchen von Elfenbein geht, an welchem eine Linie gezeichnet iſt, welche dazu dient, bey jedem wiederholten Gebrauch des Barometers den nämlichen Standpunkt der Oberfläche des Queckſilbers in dem Behälter wieder zu finden, und feſtzuſetzen. Das Stück Buchsbaum, in welches die Glasröhre geküttet iſt, ſchraubt ſich in einen ebenfalls buchsbaumenen Ring. In dieſen Ring iſt eine Flaſche von Kryſtall an ihrem obern Ende, und unten in einen andern Ring von Buchsbaum eingeküttet, welcher in ein anderes Stück eingeſchraubt iſt, um daran einen leder=

e) Lichtenberg Magazin für das Neueſte aus d. Phyſ. B. I. St. 3. S. 98.

ledernen Beutel befeſtigen zu können, der ſo viel Queck-ſilber faßt, als erfordert wird, die Flaſche von Kry-ſtall damit anzufüllen. Wird nun die Schraube in dem Boden des Unterſatzes aufwärts bewegt, ſo wird das Queckſilber aus dem Beutel in die Kryſtallfla-ſche getrieben, und dieſe dergeſtalt damit angefüllt, daß die Queckſilberſäule in der Glasröhre ſich bis an das Ende erhebt, und auf dieſe Art alles Schwan-ken derſelben verhindert wird. Dadurch ſoll immer die Horizontalebne im Behältniß erhalten, und bey Reiſen das Queckſilber eingeſchloſſen werden.

Um eben dieſe Zeit erhielt auch das Meerbaro-meter durch Herrn Blondeau [f]) einen größern Grad der Vollkommenheit; daher daſſelbe auch bey der franzöſiſchen Marine durchgängig eingeführt wur-de. Dieß Barometer ſtellt die fig. 15. dar. Es iſt das de Lüc'ſche Reiſebarometer, nur ganz, ſelbſt bis auf den Hahn g, von Eiſen verfertigt. Der Schlüſſel des Hahns hat nur ein ganz enges Loch, wird auch nie ganz aufgedreht. Auf ſolche Art kann nur wenig Queckſilber auf einmal durch den Hahn gehen, das Schwanken des Schiffs alſo wenig Einfluß darauf haben. Bey a, wo der längere Schenkel angeſchraubt iſt, hat die Schraube auch nur eine enge Oeffnung bb, theils um das Schwanken noch mehr zu verhin-dern, theils, damit beym Umkehren das Queckſilber nicht zu ſchnell von oben herabfalle, und Luft in den obern Raum komme. Damit das eingeſchloſſene Queckſilber den Veränderungen der Wärme beſſer nachgeben könne (da hier der Hahn von Eiſen iſt, und nicht,

f) Lichtenberg Magazin für das Neueſte aus d. Phyſ. B. I. St. 3. S. 80 u. f.

nicht, wie der von Kork bey de Lüc, nachgiebt), ſo wird bey c eine Oeffnung angebracht und bey d mit einer Blaſe überſpannt, gegen welche eine Feder e das Kiſſen f andrückt, welche Einrichtung ſchon de Lüc gewählt hatte, aber nachher, da er den Hahn von Kork machte, wieder aufgab. Weil beyde Schenkel undurchſichtig ſind, ſo wird auf die Queckſilberſäule im kürzern Schenkel ein Stück Elfenbein h aufgeſetzt, von welchem ein eiſerner Drath durch eine enge Oeffnung des Deckels i herausgeht. Das Ende k bemerkt durch ſein Steigen und Fallen die Veränderungen des Barometers. Weil man die Beobachtungen nur am kurzen Schenkel macht, in welchem die Queckſilberſäule durch die Wärme nicht ſehr geändert wird, ſo hat hier die Wärme wenig Einfluß.

Herr Roſenthal [g]) in Nordhauſen wurde durch den Ruf, den das de Lüc'ſche Barometer erhalten hatte, bewogen, ſich ein ſolches zu verfertigen. Bey genauerer Betrachtung der Methode, ſowohl den Barometerſtand zu finden, als auch denſelben zu berichtigen, glaubte er zu finden, daß demſelben noch manches an derjenigen Vollkommenheit fehle, die man an ihm zu finden hoffte. Er dachte daher darauf, eine Einrichtung zu erfinden, welche unter allen die größte Vollkommenheit beſäße, und glaubte an dem de Lüc'ſchen Barometer verſchiedene Mängel zu finden, welche er zu verbeſſern ſuchte. Dieß geſchieht in einer Reihe von Briefen an den Barometermacher Schiaretto. Im erſten und zweyten Briefe unterſucht

g) Beyträge zur Verfertigung, wiſſenſchaftlichen Kenntniß und dem Gebrauche meteorologiſcher Werkzeuge. Gotha 1782. 8. I. B. Anleitung, das de Lüc'ſche Barometer zu einem höhern Grad der Vollkommenheit zu bringen. Gotha 1779. 8.

ſucht er die Ausdehnung einer 27 Zoll langen Queckſilberſäule zwiſchen den beyden feſten Punkten ſelbſt, und vergleicht dieſe mit andern Verſuchen verſchiedener Phyſiker. Wie nun Roſenthal hiebey weiter zu Werke gegangen iſt, ſoll weiter unten erzählt werden.

Die äußere Geſtalt dieſes Barometers iſt folgende: das Stück der Barometerröhre des langen Schenkels, in welchem das mögliche Fallen und Steigen vorgeht, iſt 1600 bis 1800 Scrup. lang. Die nämliche Länge hat auch der kleine Schenkel. Beyde Schenkel müſſen aber vollkommen einerley Caliber haben. Der große Schenkel wird 6000 bis 6400 Scrup. lang gemacht.

An dem kleinern Schenkel unten wird ein Theil über der Lampe glühend gemacht, und aus einander gezogen, damit er an dieſer Stelle eine koniſche Geſtalt erhalte. Nun wird ein Deckel von Elfenbein gemacht, in ſelbigen ein Stückchen Fiſchbein geſteckt, und an dieſes ein kleines Stückchen Kork, welches koniſch zugefeilt iſt, befeſtigt. Wenn alsdann das Barometer geneigt worden, ſo ſchiebt man das Korkſtöpſelchen mit dem fiſchbeinernen Stäbchen in den kurzen Schenkel. Da ſich nun der kurze Schenkel unten verengt, ſo kann man den Kork feſt einzwängen, und das Barometer verſchließen.

Herr Luz bemerkt, daß dieſe Einrichtung zwar einfach ſey; ob ſie aber die beſte ſey, daran zweifle er. 1. Werde durch das Verengern der Röhre das Queckſilber in ſeiner freyen Bewegung etwas gehindert; 2. muß die Maſſe der Röhre durch das Auseinanderziehen derſelben geſchwächt werden, und es ſtehe zu beſorgen, daß entweder bey heftigen Stößen

auf der Reiſe, oder wenn man das Stöpſelchen feſt eindrehen wolle, der kurze Schenkel leicht abgebrochen werden könne. Endlich 3. ſey es ſehr ſchwer, wenn beſonders die Röhre nicht ſehr weit iſt, ein Korkſtöpſelchen an das Fiſchbein zu befeſtigen, und ſo genau auszuarbeiten, daß es das alles durchdringende Queckſilber feſt einſchließe. Da nun noch überdieß die Röhre an dem Ort, wo das Stöpſelchen ſchließt, koniſch zugehe, ſo könne der Kork darin nicht ſo feſt ſchließen, als wenn die Röhre vollkommen cylindriſch wäre.

Herr Schröder in Gotha, welcher mit Herrn Roſenthal bekannt wurde, machte letztern auf einige Fehler ſeines von Schiaretto verfertigten Barometers aufmerkſam. Beſonders verbeſſerte Schröder die Roſenthal'ſche Skale und die Genauigkeit des Beobachtens ſelbſt, und gab auch dem Barometer eine Vorrichtung zum Aufhängen. Roſenthal's Skale war mit dem Luz'ſchen Mikrometer durch Transverſallinien und einem Winkelhaken als Index verſehen; allein Schröder zeigte Roſenthal'n, daß ein ſolcher Winkelhaken ſehr trügeriſch ſeyn könne, und, wenn er nicht äußerſt genau gearbeitet und die Kante der Einfaſſung, wo ſich ſeine hintere Seite anlegt, nicht genau genug geebnet ſey, beträchtliche Fehler verurſache. Daher ſchlug er ſtatt des Mikrometers mit Transverſalen den Nonius vor. Dieſer Nonius ſollte 16 Theile der Linie angeben, die Skale aber nicht mit Zollen und Linien, ſondern mit der Zahl der Sechzehntheile, welche dieſe enthielten, von unten hinauf bezeichnet ſeyn, um die Rechnung zu erleichtern.

Der

Der Herr Legationsrath Lichtenberg [h]) führt noch ein wohl eingerichtetes Reiſebarometer mit einer Büchſe an, wobey die Prins'ſche Einrichtung angebracht iſt, und das Queckſilber durch das Heraufſchrauben eines Stempels in die Röhre gebracht und darin verſchloſſen werden kann.

Von den bisher beſchriebenen Reiſebarometern zeichneten ſich die de Lüc'ſchen unter allen am meiſten aus. Ein ähnliches verfertigte auch Ramsden in England. Indeſſen glaubte Herr Hurter [i]), daß dieſes Barometer zu ſehr zuſammengeſeßt ſey, und bemühte ſich, ein Barometer zu verfertigen, welches wegen ſeiner einfachen Einrichtung und ſeiner Sicherheit vor allen andern einen Vorzug verdiene. Das Weſentlichſte dieſes Barometers beſteht in folgendem: Es kann auf ein Stativ mit drey Füßen geſtellt, und durch vier in die Seiten eines Rahmens gebrachte Richtſchrauben vertikal geſtellt werden: ein herabhangendes Pendel giebt dieſe Stellung an. Neben der Röhre iſt auf einer Seite die franzöſiſche, auf der andern die engliſche Skale auf das Bret verzeichnet. Die franzöſiſchen Zolle ſind in 12 Linien getheilt; 9 derſelben, die in 10 Theile getheilt ſind, geben durch einen Nonius Zehntheile der Linie an. Die engliſchen Zolle ſind in 20 Theile getheilt; 24 davon auf dem Nonius in 25 Theile getheilt, ſtellen Fünfhunderttheile, oder, wenn man ſie doppelt zählt, Tauſendtheile des Zolls dar. Dieſer Nonius kann durch eine darüber

h) Magazin für das Neueſte a. d. Phyſ. B. II. St. 1. S. 129.

i) Journal de phyſ. 1786. Nov. Gothaiſch. Magazin für das Neueſte a. d. Phyſ. B. V. St. 4. S. 84.

darüber befindliche Druckſchraube auf- und niederbewegt, und aufs genaueſte geſtellt werden.

Die Röhre wird an das Bret durch eine Art von Gabel gehalten, die mit dem Schraubenkopfe des Vernier in Verbindung ſteht. Beym Hin- und Hertragen macht man ſie feſt, damit ſie nicht an das Bret anſchlage. Will man ſie losmachen, ſo muß man den Schraubenkopf ein wenig unterwärts ziehen. Unten am Behältniß befindet ſich ein Thermometer mit der Fahrenheit'ſchen und Reaumür'ſchen Skale.

Das Behältniß iſt an ſeinem untern Theile an einen mit Schraubengängen verſehenen Cylinder befeſtigt. Dieſer läßt ſich in einen andern Cylinder hinunterſchrauben, wodurch man das Behältniß nach Gefallen erheben und ſenken kann. Der innere Theil des Schraubencylinders enthält eine Spiralfeder, die mit dem einen Ende etwas hervortritt, und durch das Einſchrauben des Behältniſſes zuſammengedruckt wird. Gleich über der Feder iſt ein Stückchen Haut befeſtigt, welche das Behältniß verſchließt, aber äußerſt ſchlaff ſeyn muß, damit es jedem Drucke des Queckſilbers und der Feder leicht nachgeben könne. Endlich iſt am untern Theile der Barometerröhre ein hölzerner Cylinder, der ganz genau auf die im Boden des Behältniſſes befindliche und mit der Haut bedeckte Oeffnung paßt. Wird nun das Behältniß gegen die Oeffnung des Cylinders geſchroben, ſo wird alle Gemeinſchaft der Barometerröhre mit der äußern Luft gehindert.

Auf dieſe Art kann nun das Queckſilber, wenn das Barometer nicht gebraucht wird, in der damit ganz angefüllten Röhre feſt verſchloſſen, aus dem Behältniſſe aber ganz ausgegoſſen und in einer beſondern

Büchſe

Büchſe von Buchsbaumholz aufbewahrt werden, aus der man es alsdann erſt in das Behältniß ſchüttet, wenn man eine Beobachtung mit dem Barometer machen will. So kann das Inſtrument durch keinen Stoß beſchädigt werden, da die Menge Queckſilber, die ſich in der Röhre befindet, ſehr gering iſt, und die Feder ſogleich nachgiebt, wenn ja durch irgend eine Urſache ein zu ſtarker Druck in derſelben entſtehen ſollte.

Will man Gebrauch von dieſem Barometer machen, ſo ſchüttet man Queckſilber in das Behältniß, und ſchraubt dieſes herunter, da denn ſogleich das Queckſilber in der Barometerröhre herabſinken wird. Iſt daſſelbe ohngefähr auf ſeinen gehörigen Punkt gekommen, welches man an der Skale ſehen kann, ſo berichtigt man ſeinen Stand nun ganz genau, indem man nach Erfordern wieder ein wenig aufwärts ſchraubt. Um dieſen richtigen Stand, nach welchem die Skale geſtellt iſt, zu bemerken, dient ein elfenbeinerner Schwimmer, der mit ſeiner Spitze an einen am Ende des hölzernen Cylinders befindlichen ſchwarzen Zirkel zeigen muß, wenn das Queckſilber im Behältniſſe, auf deſſen Oberfläche er ſchwimmt, die gehörige Höhe hat. In dieſem Zuſtande iſt nun das Inſtrument zum Gebrauch geſchickt.

Will man es nach dem Gebrauch wieder ausleeren, ſo muß man es zuerſt ein wenig neigen, um das Queckſilber ganz hinauf bis an das Ende der Röhre zu bringen. Man muß aber hiebey die Röhre nicht zu ſehr neigen, und mit dem Behältniſſe, das man ein wenig nach der Seite erhebt, nachhelfen, damit der Röhre unteres Ende beſtändig im Queckſilber eingetaucht bleibe. Sobald die Röhre ganz voll iſt,

ſchließt man ſie unten genau zu, und gießt das über-flüſſige Queckſilber aus dem Behältniſſe wieder in die kleine Büchſe.

Um das ganze Inſtrument zuſammenzupacken, nimmt man die Stangen, welche den Rahmen mit den Richtſchrauben tragen, hinweg, und legt ſie in die Einſchnitte, welche zu dieſer Abſicht in den Füßen des Stativs gemacht ſind. Die Füße werden her-aufgeſchlagen, und ſchließen ſich durch Stifte feſt an den obern Theil des Stativs an. An daſſelbe wer-den auch noch zwey andere Stücken Holz gelegt, ei-nes gegen das Thermometer, um es zu verwahren, das andere auf die entgegengeſetzte Seite, um jenes einzunehmen. Durch dieſe Vorſicht iſt nun das Ba-rometer vollkommen geſichert. Den Rahmen mit den vier Richtſchrauben muß man beſonders bey ſich tra-gen.

Herr Haas k) giebt noch einige Verbeſſerungen dieſes Hurter'ſchen Reiſebarometers an. Mit dieſen kann es ſowohl ſtehend, als auch mit zuſammengelegten Füßen hängend gebraucht werden. Die Hauptſache aber iſt, daß der Behälter, der bey der vorigen Ein-richtung offen blieb, bey dieſer verſchloſſen iſt, um das beſchwerliche Aus- und Eingießen des Queckſil-bers zu vermeiden. Dagegen muß nun aber die Ge-meinſchaft des Queckſilbers in der Röhre mit dem im Behältniſſe abgeſchnitten werden, wenn man das In-ſtrument tragbar machen und verſenden will.

Zu dieſer Abſicht erhält der untere Theil des Be-hälters eine Feder, die, wenn das untere Ende der Barometerröhre verſchloſſen iſt, auf die kleine Queck-

ſilber-

k) Gren Journal der Phyſik. B. VII. S. 238. u. f.

ſilberfläche in der Röhre ſo wirkt, daß, wenn man das Barometer aufrecht hält und ziemlich ſtark rüttelt, nur ſehr ſchwache Schläge gegen das obere Ende der Röhre zu hören ſind. Dieſe Feder giebt auch der Ausdehnung und Verkürzung der Queckſilberſäule nach. An des Behälters oberer Fläche iſt ein Schräubchen, deſſen unteres Ende mit einem Stückchen Meſſing in Verbindung ſteht, welches eine kleine Oeffnung verſchließt, die an der obern Fläche in das Innere gebohrt iſt.

Wenn man nun das Barometer gebrauchen will, ſo dreht man zwey mit einander verbundene gekränzelte Kanten, die ſich am Boden des Behälters befinden, ſo lange rechts, bis das Queckſilber in der Röhre zu ſinken aufhört. Hernach ſchraubt man das eben erwähnte Schräubchen mit dem daran befindlichen Stückchen Meſſing aufwärts, und eröffnet dadurch der äußern Luft den Zutritt in den Behälter. Um nun der Queckſilberfläche in dem letztern den gehörigen Stand zu geben, dreht man die gekränzelten Kanten ſo lange rechts und links, bis das Ende des Stäbchens, welches man jetzt in dem Loche des Behälters ſieht, mit der Oberfläche deſſelben gleich zu ſtehen kömmt. Dieſes Stäbchen iſt in Verbindung mit dem elfenbeinernen Schwimmer auf der Queckſilberfläche, und zeigt in der angegebenen Stellung an, daß dieſe Fläche den gehörigen Stand habe, und das Inſtrument zur Beobachtung geſchickt ſey.

Um es nachher wieder tragbar zu machen, verſchließt man zuerſt das Loch in dem Behälter mit dem Stückchen Meſſing, welches feſt gegen denſelben geſchroben werden muß, und kehrt alsdann das Barometer um. Nun findet man zu äußerſt an dem un-

tern Theile des Behälters eine Schraubenmutter, welche jetzt nach dem Ende zu geſchraubt werden muß. Durch dieſe Umdrehung wird die Feder vermittelſt eines daran befindlichen Stifts zuſammengezogen, und die Umdrehung muß ſo lange fortgeſetzt werden, bis das Ende dieſes Stifts mit dem Ende eines Draths, der hiezu das Merkmal abgiebt, gleich zu ſtehen kommt. Iſt dies geſchehen, ſo dreht man die vorhin erwähnten gekränzelten Kanten ſo lange zurück, bis ſie ſtark widerſtehen. Dadurch wird das Ende der Barometerröhre verſchloſſen. Endlich wird die Schraubenmutter wieder zurückgedreht, bis ſie gegen die Fläche der Kanten anſtößt; dadurch wird die Feder wieder losgelaſſen, und wirkt nun gehörig auf die in der Röhre eingeſchloſſene Queckſilberſäule, ſo daß das Inſtrument in dieſem Zuſtande tragbar iſt.

Eine andere Einrichtung des Reiſebarometers wird von Gilbert Auſtin m) angegeben. Die Barometerröhre ſteht in einer Büchſe, woraus überflüſſiges Queckſilber in einen Sack laufen kann. Um das Werkzeug tragbar zu machen, wird die Röhre umgekehrt, und das Queckſilber aus dem Sacke in die Büchſe getrieben, um damit ſowohl dieſe als die Röhre vollkommen anzufüllen.

Herr Hamilton n) hat eine Beſchreibung eines neuen Reiſebarometers zu Höhenmeſſungen gegeben, deſſen Einrichtung ſich auf die Vorausſetzung gründet,

m) Deſcription of a portable barometer, read Dec. 4. 1790. in den Tranſact. of the Royal Iriſh Academy. Vol. IV. Dublin. 4.

n) On a new kind of portable Barometer for meaſuring heigths by *Jam. Archib. Hamilton.* ibid. Vol. V. (1793-1794.) p. 15.

det, daß der Kork eine Subſtanz ſey, welche zwar Luft, aber kein Queckſilber durch ihre Zwiſchenräume läßt, einige beſondere Fälle ausgenommen, wo man es mit Gewalt durchgepreßt hat. Das Barometer beſteht aus einer Röhre von 30 Zoll Länge und einem elfenbeinernen Cylinder von etwa 2 Zoll Länge, und oberwärts 1 Zoll im Durchmeſſer. An dem einen Ende iſt er offen, und an dem andern in einen Deckel verſchloſſen, der mit einer ſo feinen und genauen Schraube darauf gepaßt iſt, daß nicht das geringſte Queckſilber durchdringen kann, wenn das Inſtrument zuſammengeſetzt iſt.

In dieſen elfenbeinernen Cylinder muß dann ein recht geſunder, genauer und ſchwammiger Kork von ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll Länge ſo genau gepaßt werden, daß er durch einen mäßigen Druck am Boden des Cylinders eingeſchoben werden kann, und hier muß der Cylinder einen ſchmalen vorſtehenden Ring haben, an welchen ſich der Kork andrucken, und in ſeiner Lage feſthalten läßt. Wenn ſich nun der Kork in dieſer Lage befindet, ſo muß er mit einer runden Feile ſo behutſam in ſeiner Mitte durchbohrt werden, daß das untere Ende der Barometerröhre ganz gedrängt hineingeſteckt werden kann. Man ſchiebt nun daſſelbe ſo weit hinunter, daß es bis auf $\frac{1}{2}$ Zoll über die untere Fläche des Korks hinaus in den leeren Theil des Cylinders hineinragt, wo aber dafür geſorgt werden muß, daß die Achſe des Cylinders und der Röhre ganz in einer und derſelben geraden Linie liegen.

Die Barometerröhre wird nun auf die gewöhnliche Art mit aller Sorgfalt gefüllt, und alsdann ſo viel Queckſilber in den elfenbeinernen Cylinder gegoſſen, daß nach Anſchraubung des Deckels das untere

tere Ende der Barometerröhre ſo tief im Queckſilber ſtehe, daß es in jeder möglichen Lage des Inſtruments, nämlich in horizontaler, ſchiefer oder vertikaler, noch von demſelben umgeben ſey. Die Röhre mit ihrer Kapſel wird endlich in einen ausgehöhlten Stab von Mahagoniholz eingelaſſen und mit einer meſſingenen Skale, Nonius, und oberhalb mit einem gleichfalls eingelaſſenen Thermometer verſehen. Das obere und untere Ende werden mit meſſingenen Kappen eingefaßt, die entweder aufgeſchraubt, oder auch nur aufgeſchoben werden.

Beym Gebrauch faßt man das Barometer faſt in der Mitte mit dem Daumen und den Fingern rechter Hand, richtet den Knopf ſanft in die Höhe, und ſucht durch den Einſchnitt des äußern Gehäuſes, wo auch die Skale zu beyden Seiten mit dem Nonius angebracht iſt, nach dem Stande des Queckſilbers in der Röhre. Mit der linken Hand ergreift man den Knopf des Nonius, und ſchiebt den Nullpunkt deſſelben an die Stelle, wo das Queckſilber ruhig ſtehen bleibt, daraus wird ſich dann der Barometerſtand leicht abnehmen laſſen. Zu mehrerer Genauigkeit kann man dieſe Operation 2 bis 3mal wiederholen, und wenn ſich kleine Verſchiedenheiten zeigen ſollten, aus denſelben das arithmetiſche Mittel nehmen.

Ueber die Zuſammenſetzung dieſes Werkzeugs hat Hamilton noch folgendes bemerkt:

1. Er hat bey dem mehrjährigen Gebrauche dieſes Inſtruments ſowohl ſich ſelbſt, als andere ſachkundige Perſonen überzeugt, daß der Kork eine Subſtanz ſey, welche die Luft vollkommen, das Queckſilber aber im mindeſten nicht durch ſeine Zwiſchenräume hindurchlaſſe. Dieſe Eigenſchaft des Korks iſt

für

für die beſchriebene Einrichtung ſo wichtig, daß ohne dieſelbe das Inſtrument ſeinen ganzen Werth verlieren würde. Daher müſſe man auch ſowohl in der Wahl als der Bearbeitung des Korks mit äußerſter Sorgfalt zu Werke gehen; die Verſchiebungen deſſelben im elfenbeinernen Cylinder, und der Durchgang der Barometerröhre in demſelben dürfen weder zu gedrängt, noch zu leicht gehen. Ferner muß man bey Füllung des elfenbeinernen Cylinders mit Queckſilber darauf ſehen, daß nur gerade ſo viel Queckſilber hineinkomme, als nöthig iſt, das untere Ende der Barometerröhre mit Queckſilber zu verſehen, man mag dieß Inſtrument in einer Lage halten, in welcher man will; ſo daß auf ſolche Art der größtmöglichſte Raum für das aus der Röhre fallende Queckſilber übrig gelaſſen wird.

2. Die Zurichtung des Inſtruments wird auf folgende Art gemacht: Man mißt den einen Durchmeſſer des elfenbeinernen Cylinders, der vollkommen in gleicher Weite ausgedehnt ſeyn muß, auf das genaueſte. Eben dieſelbe Weite muß auch der Deckel an der innern Seite haben, und er darf überhaupt nicht tief hineingehen. Dann mißt man eben ſo genau auch den innern Durchmeſſer der Barometerröhre, die deßhalb vollkommen calibrirt und fein gezogen ſeyn muß. Aus dieſen bekannten Durchmeſſern läßt ſich alsdann leicht berechnen, was für eine Verbeſſerung der Skale innerhalb gewiſſer Grenzen nöthig iſt. Iſt z. B. der Querſchnitt des Cylinders zehnmal größer als der Querſchnitt der innern Röhre, ſo wird 1 Linie Unterſchied des Queckſilberſtandes im Cylinder einen Unterſchied von 10 Linien im Queckſilberſtande der Röhre hervorbringen, und von dieſen 10 Linien werden

ſich

ſich 9 oben beym Nonius, und die zehnte unten im Cylinder zeigen. Da man eine ſolche Berechnung für jedes Barometer beſonders vorzunehmen hat, ſo kann man jede Skale mit einer eigenen Verbeſſerungstafel verſehen, um den beobachteten Stand des Queckſilbers in denjenigen zu verwandeln, welchen man ſogleich bekommen haben würde, wenn das Inſtrument ein unveränderliches Niveau gehabt hätte, und welches man deßhalb das wahre nennen kann.

Zu ſicherer Fortbringung des Inſtruments empfiehlt Hamilton: den Durchmeſſer der Röhre nicht dicker als $\frac{1}{10}$ Zoll zu nehmen.

3. Für geringe Höhen, und wo man in kurzer Zeit von einem Standpunkte zum andern kommen kann, iſt ein einziges Barometer hinreichend; ſonſt muß man deren zwey haben, welche genau auf einerley Art verfertigt ſind, und mit welchen man zu gleicher Zeit durch Signale, oder nach übereinſtimmenden Uhren, Beobachtungen anſtellt. Ueberdieß gehören zu jedem Barometer zwey Thermometer mit Fahrenh. Skale, eines ſo nahe am Barometer als möglich, um die Ausdehnung oder Zuſammenziehung der Queckſilberſäule durch die verſchiedene Temperatur zu beſtimmen, und das andere in einer eigenen Entfernung davon, um die Temperatur der Atmoſphäre im Schatten zu erfahren und daraus den Einfluß derſelben auf die Höhe einer gegebenen Queckſilberſäule im Barometer abzuleiten.

Der Herr von Humboldt o) hat eine eigene Art eines Reiſebarometers erfunden, welches folgende Einrichtung hat: Die Barometerröhre, deren unterer

o) Journal de phyſique par *de la Metherie*. T. IV. p. 468.

rer Theil fig. 16. vorſtellt, iſt an eine eiſerne Röhre gekittet, die ſich bey q in einen Schraubengang endigt. In dieſen geht eine Schraube cd mit viereckigtem Knopfe, 2½ Linie tief hinein, und verſchließt dadurch die Röhre luftdicht, nachdem ſie gefüllt und ausgekocht worden. Die Röhre wird umgekehrt in eine kupferne, von innen mit wollenem Zeuge, von außen mit Leder überzogene Röhre geſteckt, um auf Reiſen bequem getragen werden zu können. Glaubt man, daß ſich einige Luft eingeſchlichen hat, ſo iſt ſie unter q, die Schraube wird daher geöffnet, und die Luft durch einige Tropfen Queckſilber entfernt; die ganze Röhre iſt frey, und es kann daher unterſucht werden, ob das Queckſilber darin nicht durch Blaſen getrennt ſey; ein Vortheil, den die engliſchen Barometer, welche verdeckt ſind, entbehren müſſen.

Das Gefäß, welches auf ein kleines dreyfüßiges Stativ aufgeſchraubt iſt, enthält das nöthige Queckſilber, und beym Gebrauche wird die Barometerröhre aus der kupfernen Röhre genommen und in das Queckſilber dieſes Gefäßes geſenkt. Der viereckte Kopf der Schraube cd iſt ſo groß, daß er ſich in dem Gefäße leicht umdrehen läßt; wenn daher die Röhre angefaßt und umgedreht wird, ſo öffnet ſich die Schraube, und das Queckſilber im Innern der Röhre, welches mit der äußern Luft Verbindung erhält, ſinkt bis zur jedesmaligen Barometerhöhe herab. Darauf wird mittelſt der beyden Stellſchrauben am Stative und des Bleyloths am hölzernen Arme, woran die Barometerröhre geſchraubt iſt, dieſe Röhre in eine ſenkrechte Lage gebracht. Zuletzt öffnet man den aus Elfenbein gedrehten Hahn, welcher dazu beſtimmt iſt, ein unveränderliches Queckſilberniveau zu

bewirken. Alles Queckſilber, welches im Gefäße über dem Niveau des Hahns ſteht, fließt durch ihn in einen eigenen Behälter aus, und ſollte das Queckſilber unter dem Niveau deſſelben ſtehen, ſo wird das nöthige hinzugegoſſen. Damit aber dieſer Hahn ſich nicht etwa auf der Reiſe aufdrehe, hält ihn eine zum Anſchrauben eingerichtete Gabel.

So aufgeſtellt kann das Inſtrument fortgetragen werden, indem man ein durch zwey Schrauben angedrucktes Kiſſen auflegt. Soll es aber aus einander gelegt werden, ſo ſchließt man den Hahn, ſenkt die Röhre wieder ſo tief in das Queckſilber des Gefäßes ein, bis kein leerer Raum mehr über demſelben iſt, und dreht durch eine der vorigen entgegengeſetzte Bewegung die Schraube cd in die Barometerröhre hinein.

Dieſes v. Humboldt'ſche Barometer hat bey allen ſeinen Vorzügen, wie Herr Goedeking in Bayreuth bemerkt, doch zwey Unbequemlichkeiten, daß es ſich nämlich nicht gut und compendiös einpacken läßt, und daß man auf jeder noch ſo kleinen Reiſe ein beſonderes Gefäß mit Queckſilber bey ſich führen muß. Dieß bewog Herrn Goedeking, ein verbeſſertes Reiſebarometer nach denſelben Grundſätzen zu erſinnen; und folgendes iſt die Einrichtung dieſes verbeſſerten Reiſebarometers, wie er ſie wirklich ausgeführt hat. Die fig. 17. ſtellt den untern Theil des Barometers vor; die Kapſel muß von äußerſt trockenem Holze, und ſo verfertigt ſeyn, daß ſie bey den punktirten Linien $\alpha\beta$ aus einander geſchraubt werden kann. In den obern Theil der Kapſel wird ein Stück Elfenbein b geleimt. Das Elfenbein iſt mit einer etwas ſcharfen Kante in der Gegend m verſehen, und durch dieſes ſowohl als durch

das

das Holz ein Loch gebort, worin eine Barometerröh- re e gekittet wird, jedoch mit der Bedingung, daß das Elfenbein bey m um 1 Linie vorſteht; c und d ſind mit Zapfen verſehene Oeffnungen.

In dem untern Theil der Kapſel iſt ein Schrau- bengang, in welchem eine eiſerne Schraube ſo genau paßt, daß ſie nur mit Anwendung einiger Kraft hin und her gedreht werden kann, geſchnitten. Die Schrau- be g hat eine eiſerne Platte h, worauf ein Stück feſtes Leder vermittelſt eines eiſernen Ringes genietet iſt. Dieſe Platte muß mit der Vorſicht an die Schrau- be g gebracht werden, daß an dem Orte der Befe- ſtigung kein Queckſilber durchdringen kann, welches man erreicht, wenn die Platte bey i nicht ganz durchbort, oder der Anſatz der Schraube genau an- ſchließend verfertigt wird. Dieſe Schraube g wird nun in den Schraubengang geſchraubt, und alsdann die Platte h darauf befeſtigt.

Soll das Barometer gefüllt werden, ſo bringt man den obern Theil des Gefäßes in die Richtung, daß die Röhre e ſenkrecht herunter hängt, gießt ſie voll Queckſilber, reinigt ſie auf die bekannte Weiſe von allen Luftblaſen, füllt ſie wieder bis an m mit Queckſilber, ſchraubt den untern Theil feſt, und ver- ſchließt die Röhre dadurch, daß man die Schraube ſo anzieht, daß die Schärfe m ſich gleichſam in das Leder druckt. Jetzt läßt ſich nun das Inſtrument in die Höhe richten, ſo daß die Barometerröhre auf- wärts ſteht, ohne daß das Queckſilber herausläuft. Ferner muß man die Kapſel durch c voll Queckſilber füllen, und das Ueberflüſſige in der Kapſel und Röh- re durch die zum Niveau beſtimmte Oeffnung wieder herauslaſſen.

 Um

Um dieß Barometer zum Gebrauche im Hauſe und auf Reiſen einzurichten, hat Goedeking zwey halbrunde Stäbe ſo aushölen laſſen, daß in einem jeden das Inſtrument genau bis zur mittleren Durchſchnittsfläche paßt. An einem derſelben iſt die Skale, ein Senkbley und das Barometer ſelbſt befeſtigt, in dem andern aber ſind Oeffnungen zu einem Ringe und Haken mit Holzſchrauben, zum kleinen Trichter und zu einem Glaſe mit Queckſilber geſchnitten. Will man nun das Barometer transportiren, ſo wird es ſo weit geneigt, bis die Röhre voll Queckſilber iſt, alsdann dieſe mit der Schraube feſt verſchloſſen, der Zapfen in die Oeffnung c gedruckt, und die Kapſel A ganz mit Queckſilber gefüllt; hierauf werden die beyden halbrunden Stäbe aus einander gelegt, mit meſſingenen Ringen befeſtigt, und Alles iſt zur Reiſe fertig.

Der verſtorbene Mechanikus Voigt [p]) in Jena hat ſich ebenfalls um die Verbeſſerung der Barometer verdient gemacht. Seine Hauptabſicht hiebey gieng auf die Beſtimmung der Horizontalebene des Niveau. Er bemerkt, daß dieß Niveau wegen der Weite und Geſtalt des Gefäßes, bey einer verſchiedenen Menge Queckſilber in demſelben, und wegen der Enigkeit der damit in Verbindung ſtehenden Barometerröhre ſehr unbeſtändig und unſicher ſey, und ſchlug deshalb folgende Verbeſſerung vor: An das untere Ende einer Barometerröhre (fig. 18.) gph, welche oben noch nicht zugeſchmolzen iſt, kittet man ein hölzernes Gefäß ikl, ſo daß man es wieder herunternehmen kann. Dieß Gefäß hat diejenige Einrichtung, wel-

p) Beyträge zur Verfertigung und Verbeſſerung des Barometers. Erſtes Heft. Frankf. am Mayn 1795. 8.

welche Luz S. 185. beſchreibt. Die Fläche, oder der Boden deſſelben e f iſt glatt und völlig eben; das Queckſilber bildet auf demſelben eine Art von Knopf, deſſen Baſis zwar größer iſt, der ſich aber ſelbſt nicht erhöhen kann, und man erhält eine Einrichtung, wodurch man ein beſtändiges Niveau bekommt. Hierauf füllt man Queckſilber in die Röhre, bis es bey h übertritt und einen Kreis bildet. Hernach hält man die Röhre völlig ſenkrecht, und bezeichnet mit einem Faden oder Schnitt den Stand des Queckſilbers im langen Schenkel bey a b. Dann leert man die Röhre wieder aus, ſchmilzt ſie zu, füllt ſie gehörig, und kocht ſie über dem Feuer wohl aus. Wenn man hierauf von dem Punkte c, oder dem gemachten Zeichen, die Gradleiter zu theilen anfängt, ſo erhält man ein ſehr richtiges Barometer.

Da man beym Auskochen die hölzerne Kapſel von der Röhre abnehmen muß, ſo iſt es nöthig, daß man ſie hernach eben ſo weit wieder an die Röhre kitte, und daher den Punkt, bis an welchen man ſie an die Röhre ſchiebt, ebenfalls genau bezeichne.

Ein anderer Gegenſtand der Verbeſſerung war Herrn Voigt die Unempfindlichkeit. Das Queckſilber leidet beym Hin- und Hergehen in der Röhre eine Reibung, welche alle Veränderungen deſſelben verzögert oder aufhält, und ein nicht geringer Fehler des gemeinen Barometers iſt. Man kann dieſen Fehler leicht bemerken, wenn man die Oberfläche der Queckſilberſäule in einem ſolchen Barometer betrachtet. Wenn der Luftdruck im Zunehmen iſt, ſo wird ſie außerordentlich gewölbt erſcheinen, und wenn man in dieſem Zuſtande das Barometer erſchüttert, ſo ruckt die ganze Queckſilberſäule deſſelben etwas

hinauf, und die Oberfläche des Queckſilbers bekommt ihre gewöhnliche, nicht ſo ſehr convexe Geſtalt. Iſt der Druck der Atmoſphäre ſehr im Abnehmen, ſo zeigt ſich die Oberfläche des Queckſilbers bey ſolchen Barometern faſt ganz platt, oft ſogar etwas concav. Wenn man in dieſem Zuſtande an das Barometer klopft, ſo fällt die Queckſilberſäule etwas herab, und bekommt wieder ihre natürliche, etwas convexe Geſtalt.

Eine andere, nicht weniger ſchlechte Eigenſchaft der Barometer iſt das Schiefſtehen des Queckſilbers. Schon die Herren de Lüc und Luz haben es bemerkt, ohne den Grund davon anzugeben. Herr Voigt beſaß ein Barometer, von einem Italiäner verfertigt, welches alle dieſe Fehler in einem hohen Grade hatte. Er hatte ſich deshalb vorgenommen, es auszuleeren, und ſein Queckſilber anderweit zu gebrauchen; vorher wollte er es aber noch einige Zeit beobachten, um den Grund dieſer Fehler zu entdecken, und ſie bey andern zu vermeiden. Die Röhre fand er bey genauerer Betrachtung nicht ſo glänzend, als ſeine übrigen, und bald bemerkte er, daß ſie an ihrer innern Fläche äußerſt ſchmutzig war. Dieß war vermuthlich daher gekommen, daß die Röhre nicht vom Staube war gereinigt worden, der ſich nachher beym Auskochen gleichſam eingebrannt hatte. Dieſe Mattigkeit verbreitete ſich nicht gleichförmig über die ganze Röhre, ſondern ſie bildete Flammen, Adern und Flecke, welche in verſchiedenen Richtungen in der innern Fläche der Röhre hingiengen. Voigt hielt nun das Barometer gegen das Licht und bemerkte deutlich, daß das Queckſilber beym Steigen durch die Grenze eines ſolchen matten Fleckens aufgehalten wurde, und ſich nach der Lage und Geſtalt deſſelben

accom-

accommodirte. Eben dieſes geſchah beym Fallen. Dieſe Bemerkung lehrte ihn den Grund der ſchiefen Lage des Queckſilbers auf einmal einſehen. Kein einziges ſeiner übrigen Barometer, die er ſelbſt verfertigte, zeigte dieſe Erſcheinung; allein der Fehler der gleichförmigen Reibung blieb ihm an ihnen noch zu heben übrig.

Gemeiniglich giebt man den Durchmeſſer der Röhre als den Grund davon an: allein **Voigt** bemerkte, daß ſowohl weite, als enge Röhren dieſen Fehler beſaßen. Er fieng daher an, den Grund dieſer Reibung noch in etwas anderm zu ſuchen, und ſeine Aufmerkſamkeit fiel auf die Gefäße der Barometer, und beſonders auf den Theil, wo das Queckſilber aus der Röhre in das Gefäß geht, und darin wurde er ſehr auffallend beſtärkt. Ein Barometer mit einer weiten Röhre war mit einer hölzernen Kapſel verſehen, und hatte ein beſtändiges Niveau, die Communikation des Queckſilbers im Barometer mit dem im Gefäße gieng durch das Gefäß ſelbſt. Aus Verſehen waren dieſe Löcher etwas kleiner gebohrt worden, als der Durchmeſſer der Röhre war, und **Voigt** hatte vergeſſen, dieſelben gehörig auszuweiten. Bey Erweiterung der Löcher war die Reibung größtentheils gehoben. Hieraus ergab ſich ferner, daß man auch die Weite der Biegung des untern Theils hauptſächlich in Acht nehmen müſſe, und **Voigt** ließ deshalb dieſe Biegung bey dergleichen Barometern etwas aufblaſen, damit ſie einen noch größern Durchmeſſer, als den der Röhre, bekommen. Schon hierdurch hatte er gewonnen; allein die Erfahrung lehrte ihn, daß die Unempfindlichkeit vorzüglich groß ſey, wenn er den Bogen der Biegung, wegen des großen Durchmeſſers des Gefäßes, ſehr groß machen mußte.

Voigt's Hauptabſicht war, ein Barometer zu erhalten, welches ſehr geringe und ſchnell vorübergehende Veränderungen des Drucks der Atmoſphäre genau anzeigen ſollte. Er mußte daher der Röhre einen beträchtlichen Durchmeſſer geben, mit welchem wieder der des Gefäßes im Verhältniß ſtand. Die Röhre hatte 4 Linien im Durchmeſſer, und das Gefäß bekam eine Weite von 3 Zoll. Die Krümmung der Röhre hatte durch Zufall einen Halbmeſſer von $1\frac{1}{2}$ Zoll bekommen, war aber gehörig ausgearbeitet worden, demungeachtet bekam dieſes Barometer eine außerordentliche Reibung. Ihre Urſache glaubte Voigt in der Länge der Biegung zu finden; denn das ſchwere Queckſilber lag mit einer gewiſſen Kraft auf dem Boden derſelben, und das aus der Röhre ins Gefäß gehende mußte dieſe Maſſe in Bewegung ſetzen, welche eben wegen ihres großen eigenthümlichen Gewichts viel Widerſtand leiſtete, und dieſer Widerſtand mußte um deſto größer ſeyn, je größer die Maſſe ſelbſt und der Weg war, den ſie zu gehen hatte. Er verwarf daher die Biegung, und wählte andere Gefäße, aber auch hier blieb noch etwas übrig, was er nicht wegbringen konnte. Er machte noch einen Verſuch, wobey er zu der urſprünglichen Einrichtung der Torricelliſchen und Prins'ſchen Gefäße zurückkehrte, und der Erfolg entſprach ſeiner Erwartung völlig. Indeſſen war die Einrichtung eines ſolchen Gefäßes noch ſehr zuſammengeſetzt, denn 1. mußte es ein beſtändiges Niveau erhalten, welches zu genauen Beobachtungen, wie bekannt, nothwendig iſt; 2. mußte es einen großen Durchmeſſer erhalten, da der der Röhre möglichſt groß gemacht werden ſollte, um nach ſeiner Meynung alles Reiben zu heben; 3. eben daher mußte eine Vorrichtung ange-

bracht

bracht werden, die Röhre verſchließen zu können, da bey Verrückung derſelben leicht Luft in die Röhre kommen konnte, und man ſie auch ohne dieſelbe nicht umzukehren und aufzurichten im Stande war.

Voigt belegte daher den Boden des Gefäßes mit einer völlig eben geſchliffenen und glatt polirten Glasplatte, welche in der Mitte ein Loch hatte, durch welches die Barometerröhre hindurchgieng, und allenthalben von der Barometerröhre, ſo wie die Wände der innern Tiefe des Gefäßes, von derſelben wenigſtens um ihren innern Durchmeſſer abſtunden. Wenn nun in dem Gefäße gerade ſo viel Queckſilber enthalten war, daß es über die Glasplatte treten und einen Ring um die Röhre bilden konnte, ſo fand er dieß Barometer ſo empfindlich, daß es ſchon aus ſeinem Stande kam, wenn es nur $\frac{1}{2}$ Grad aus ſeiner lothrechten Stellung gebracht ward.

Zu den gewöhnlichen Wetterbeobachtungen hält Herr Müller [q]) zu Darmſtadt das einfache Gefäßbarometer am bequemſten, beſonders, wenn das Gefäß aus einer großen gläſernen Kugel beſteht, wenn nur das Barometer ſonſt nach den bekannten Vorſchriften gehörig verfertigt, und nach einem de Lüc'ſchen Normalbarometer berichtigt ſey. Indeſſen habe doch dieß Gefäßbarometer bisher noch zwey Unvollkommenheiten beſeſſen; die eine, daß das Queckſilber im Gefäße bey verändertem Luftdrucke nicht gleiche Höhe behalte, mithin den Barometerſtand an einer feſten Skale unrichtig mache. Alle bisherige Mittel aber, dieſen Fehler auf die Seite zu bringen, ſeyen äußerſt

q) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. V. S. 17. f.

äußerſt unbequem, und er wundre ſich, daß noch niemand auf den einfachen Gedanken gekommen ſey, die gewöhnliche oben befeſtigte Barometerſkale um ſo viel zu verkleinern, als es das Verhältniß der Oberflächen des Queckſilbers im Gefäße und in der Röhre erfordere. Wenn z. B. die Oberfläche des Queckſilbers im Gefäße zwanzigmal größer als die in der Röhre wäre, und der Druck der Luft nehme um 21 Pariſer Linien der Queckſilberſäule bey unveränderter Temperatur zu, ſo werde das Queckſilber im Gefäße 1 Linie fallen, und das in der Röhre 20 Linien ſteigen, alſo daſelbſt nur 20 Linien anzeigen. Man habe demnach nichts weiter nöthig, als 20 Pariſ. Linien dieſer Skale in 21 Theile zu theilen, und jeden Theil für 1 Pariſer Linie gelten zu laſſen, ſo werde das Barometer ohne alle Künſteleyen und Mühe den richtigen Stand von ſelbſt anzeigen, auch mit einem vollkommenen Heberbarometer, in gleicher Temperatur, wenn es einmal darnach regulirt ſey, jederzeit ſo genau, als ein anderes Heberbarometer, übereinſtimmen.

Die andere Unbequemlichkeit der Barometer ſey dieſe: daß man den Einfluß der Wärme jedesmal vermittelſt des dabey angebrachten Thermometers, wenigſtens durch Addition und Subtraktion, berichtigen müſſe, wenn man den Stand genau wiſſen wolle. Um dieſe zu entfernen, giebt Herr Müller eine eigene Vorrichtung an, welche darin beſteht, daß man nur einen am Thermometer befindlichen Zeiger an den Stand deſſelben zu ſchieben braucht, und alsdann ſchon den Barometerſtand berichtigt findet.

Der

Herr Conte[r]) hat ſich ſeit langer Zeit damit beſchäftigt, ein Barometer einzurichten, welches ſich vor den gewöhnlichen durch bequeme Einrichtung und Empfindlichkeit auszeichnete.

Die erſte ſeiner Vorrichtungen war einer Taſchenuhr ähnlich. Auf einer Schaale von ſtarkem Eiſen oder Kupfer paßt eine Decke von ſehr dünnem Stahlblech mit ihren Rändern genau auf, und Federn halten dieſe Deckplatte in die Höhe, wenn, wie dieß die Einrichtung fordert, die Luft aus dem Gefäße durch eine daran befindliche Oeffnung ausgepumpt wird. Die Oeffnung läßt ſich luftdicht verſchließen, und dann ſtrebt der Druck der Atmoſphäre, die beugſame Schaale niederzudrucken. Da nun der Widerſtand der Feder beſtändig derſelbe bleibt; ſo muß, wenn der Luftdruck verändert wird, die Deckplatte ſich erheben oder niederſinken, und dieſe Veränderungen werden mittelſt eines Mechanismus, der einen Zeiger hin und her dreht, auf einer Gradſcheibe angezeigt. Der Erfinder ſelbſt aber verwarf dieſes Inſtrument wegen des nachtheiligen Einfluſſes, den die Temperaturveränderung auf daſſelbe hat.

Eine andere Vorrichtung des Herrn Conte gründete ſich auf das ſchnellere oder langſamere Einfließen des Queckſilbers in einen beſtimmten leeren Raum bey größerm oder geringerm Luftdrucke. Aber auch dieſe Einrichtung war zu ſehr den Temperaturveränderungen unterworfen.

Die dritte und vorzüglichſte Einrichtung des Conteſchen Barometers ſtellt die fig. 19. im Längendurch-

r) Scherer's Journal der Chemie. B. I. H. III. S. 254.

durchſchnitt vor. Die Röhre, in welcher das Queckſilber ſteht, iſt, ſtatt wie gewöhnlich von Glas zu ſeyn, hier von Eiſen. Oben bey abcd wird ſie ſehr viel weiter, und die Länge dieſes weitern Stücks wird durch die größern Veränderungen im Stande des Queckſilbers beſtimmt. Hier iſt die Röhre durch Calibriren in allen Stellen gleich weit gemacht worden. In dem vom Erfinder dem Nationalinſtitute vorgelegten Modelle war abcd 8 Zoll lang, und hatte 18 Linien im innern Durchmeſſer.

Bey ef ſchließt ſich ein Gefäß efgh an dieſe Röhre luftdicht an. Es iſt bey gh offen, und durch den Stempel turſ luftdicht verſchloſſen. Bey ik ſchließt ſich an dieſelbe Röhre innerhalb dieſes erſtern ein zweytes Gefäß ikpnm an, welches innerlich die Geſtalt eines abgeſtumpften Kegels hat, und in dieſe kegelförmige Höhlung paßt der Stöpſel plnm luftdicht hinein. Die Figur ſtellt ihn dar, wie er in die Oeffnung des zweyten Gefäßes hineingeſchoben iſt, und an die untere Oeffnung der eiſernen Röhre bey o anſchließt; und zwar ſoll die Seitenſchraube x, welche in einen Ausſchnitt deſſelben eindringt, ihn in faſt unmerklichen Graden der Oeffnung o nähern. Durch dieſen Stöpſel bey o und durch das umſchließende Gefäß bey p geht eine Röhre, welche das Innere der eiſernen Barometerröhre bfda mit dem größern umſchließenden Gefäße, und durch den Hahn bey v auch mit der äußern Luft in Verbindung bringt.

Soll das Inſtrument gefüllt werden, ſo ſchließt man den Hahn v, dreht es um, zieht den Stempel tu und den Stöpſel plmn heraus, und füllt die Barometerröhre pabl, ferner das innere Gefäß plmn und die Höhlung zwiſchen der innern und äußern Hül-

le

le mit Queckſilber. Alsdann ſetzt man den Stempel tuſ auf, bringt dann durch das Zurückziehen deſſelben einen verdünnten Luftraum über dem Queckſilber hervor, und entfernt ſo die eingeſchloſſene Luft. Darauf ſchiebt man den Stöpſel plmn und den Stempel tu wieder hinein, und öfnet v. Das Queckſilber ſinkt nun nach dem jedesmaligen Stande herab, und erfüllt die größere Büchſe bis zu einem beſtimmten Niveau. Hier zieht man durch den für ſich beweglichen mit einem Schraubenzieher verſehenen Stiel ſr den Stöpſel zurück, ſo daß die Barometerröhre ſeine Verbindung mehr mit der Außenſeite hat. Das Stück efgh wird dann abgewogen. Bringt man jetzt das Inſtrument an einen höhern Ort, ſo ſinkt das Queckſilber in der Röhre abcd, eben ſo viel fließt bey o aus, deſto mehr, je weiter abcd iſt, und dieſes wird in efhg aufgefangen und wieder gewogen.

Dieſes Werkzeug iſt ſo empfindlich, daß wenn man es 204 Fuß hoch auf einen Thurm beym Platze der ſonſtigen Kirche Notre-Dame trug, 1877 Gran Queckſilber ausfloſſen, welches 9 Gran auf 1 Fuß ausmacht. Der Bürger Conte hatte dem Inſtrumente anfänglich eine Form gegeben, durch welche es einer beſondern Wage entbehren konnte. Da aber dieſe Einrichtung beym Gebrauche allzubeſchwerliche Reduktionen erforderte, ſo verwarf er ſie wieder.

Da die gewöhnlichen Reiſebarometer zuſammengeſetzt, zum Theil auch ſehr koſtbar ſind, ſo gab Herr Rodig zu Pirna folgendes ſehr leicht zu verfertigendes Barometer an: eine Glasröhre von mehr als 28 Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ bis 3 Linien Weite ſchmilzt man an einem Ende vor dem Löthrohre zu, und füllt

ſie

ſie mit Queckſilber. Hierauf nimmt man ein hölzernes Schälchen, das in der Mitte bis $\frac{1}{2}$ Zoll tief eingeht, legt in deſſen etwa $\frac{1}{2}$ Linie tief eingeſchnittenes Dreyeck ein darin paſſendes Stück Leder mit der weniger platten Seite aufwärts, füllt beydes, und bringt es gerade mit der Mitte umgekehrt auf die Oeffnung der Röhre, daß das Queckſilber auf das Leder genau treffe, und ſich auf des erſtern convexe Fläche ausbreite. Man hält das hölzerne Schälchen mit dem Leder feſt auf die Röhre, und kehrt es um, wo dann das Queckſilber nach Befinden der Umſtände auf 28 Rheinl. Zoll oder auf weniger fallen wird. Wer dieſes Barometer auf Reiſen zu gebrauchen denkt, verſieht das Schälchen unten auf dem Boden in der Mitte mit einer Stachel, welche daſelbſt eingeſchraubt werden kann. Die Glasröhre kann ſehr bequem in einem ausgehölten Stocke mit ſich geführt werden.

Noch ein anderes von Herrn Klindworth in Göttingen verfertigtes ſehr einfaches Reiſebarometer beſchreibt Herr Benzenberg [s]), der es auf Reiſen durch gebirgigte Gegenden und Waldungen bey Tag und Nacht, und dieß oft unter Umſtänden, unter welchen man demſelben keine Aufmerkſamkeit ſchenken konnte, ſo gut fand, daß es bekannter zu werden verdient. Es war dieſes Barometer ein Heberbarometer, und die Röhre deſſelben inwendig 2 Linien weit. Der kurze Schenkel lag, zur Erſparung des Raums, auf dem langen. Um zu verhüten, daß das freye Spielen des Queckſilbers unten an der ſehr kurzen Biegung nicht geſtört werde, war an ihr die Röhre 3 Linien weit. Der kurze Schenkel hatte eine enge Stel-

s) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IX. S. 461.

Stelle, die $\frac{3}{4}$ Zoll lang und $1\frac{1}{2}$ Linie weit war. Wurde das Barometer geneigt, ſo lief das Queckſilber bis an dieſe Stelle zurück. Dann wurde der Eiſendrath, welcher unten durch einen Korkſtöpſel von $\frac{3}{4}$ Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Linie Dicke gieng, bis aufs Queckſilber hineingeſchoben. Dieſe einfache Sperrung vereinigte alle Vortheile der zuſammengeſetztern an den Reiſebarometern. Der Kork ſchloß ſo enge, daß er bey keiner Bewegung zurückgieng, und doch gab er dem Queckſilber etwas nach, wenn dieſes ſich bey veränderten Temperaturen ausdehnte. Wurde der Kork zu ſtark auf das Queckſilber gedruckt, oder war die Ausdehnung in der Mittagshitze ſehr ſtark, ſo ſchlichen ſich ganz kleine Queckſilbertröpfchen am Korke vorbey, ohne dem Barometer zu ſchaden.

Die Skale war unmittelbar mit Flußſpathſäure auf die Röhre geätzt. Da ſich das Glas nur wenig ausdehnt, etwa halb ſo viel wie Meſſing, ſo konnte man bey den meiſten Veränderungen der Temperatur die Ausdehnung der Skale vernachläſſigen. Die Röhre war unten und oben 2 Zoll lang, flach geſchliffen und polirt, damit die Theilſtriche der Skale gerade wurden. Auf dieſe Weiſe wurden die Irregularitäten vermieden, die von der Ründung der Röhre beym Beobachten herrührten. Die Pariſer Linie war in 10 Theile getheilt. Der Bequemlichkeit des Zählens halber war der Theilſtrich der Linie ganz durchgezogen, und der der halben nur halb. Der Theilſtrich des Zolles hatte zwey Punkte. Die Zahlen waren neben der Röhre auf eine doppelte Skale geſchrieben, die ſich auf dem Halſe befand. Um die Theilung deſto beſſer ſehen, und zwiſchen ſie hinein ſchätzen zu können, beobachtete ſie Benzenberg

mit einer kleinen Handlupe, welche ſechsmal im Durchmeſſer vergrößerte. Sie hatte zwey Gläſer, zwiſchen welchen zwey Fadenkreuze ausgeſpannt waren, um dem Auge eine feſte Direktionslinie zu geben. Um der Handlupe war ein Bügel von Meſſing, der um das Barometer herumgieng, und hinten eine Preßſchraube zum Feſthalten hatte. Mit dieſer wurde ſie über der Theilung beym Beobachten befeſtigt.

Das Barometer befand ſich übrigens in einem Stocke, der oben die Dicke 1 Zolles, unten aber eine geringere hatte. Er war der Länge nach geſpalten, und die Rinnen, in welchen die Röhren lagen, mit Leder gefüttert.

Der verſtorbene Mechanikus Voigt t) hat vor einigen Jahren einen neuen ſchätzbaren Beytrag zur Verbeſſerung der Barometrie überhaupt geliefert, und über die bisher bekannten Barometer kritiſche Bemerkungen gemacht. In Anſehung der Heberbarometer bemerkt er, daß ungeachtet ihrer Simplicität das Beobachten damit doch noch nicht einfach genug ſey, denn man müſſe entweder an zwey Skalen beobachten, oder man habe das Niveau zu berichtigen, welches letztere ebenfalls eine kleine Beſchwerde ſey, die man am Gefäßbarometer nicht habe. Da ſich ferner das Queckſilber im kurzen Schenkel beſchmutze, ſo gewähre das Barometer nur ſo lange eine genaue Anzeige, als derſelbe vollkommen rein erhalten werde; man müßte daher dieſe Reinigung bey

t) Verſuch kritiſcher Nachträge und Supplemente zur Luziſchen Beſchreibung älterer und neuerer Barometer. Leipzig. 1802. 8.

bey jeder Beobachtung vornehmen, die ſehr genau ſeyn ſollte.

Ein anderer Fehler des Heberbarometers ſey die Reibung in der Biegung und im kurzen Schenkel, welchen man vom Gefäßbarometer, wo nicht ganz entfernen, doch ſehr vermeiden könne. Herr Voigt zieht daher zum gewöhnlichen Gebrauche die Gefäßbarometer vor, nachdem ſie vorher nach dem Heberbarometer berichtigt worden ſind. Alle Gefäßbarometer aber, deren Gefäße die Prins'ſche Einrichtung nicht beſäßen, hätten dieſen Fehler mit einander gemein, daß das Niveau unbeſtimmt und ungleich ſey. Ob man gleich Mittel habe, an demſelben Orte immer eine gleiche Menge Queckſilber in das Gefäß zu bringen, ſo ſey man doch nicht im Stande, dieſes an andern Orten zu erhalten, die höher oder tiefer lägen. Einen andern Fehler, welchen die Gefäßbarometer mit einander gemein haben, ſetzt Herr Voigt in die Gefahr, beym Transport durchs Luftfangen verdorben zu werden, woſern ihre Gefäße nicht ſo gebauet ſind, daß die Oeffnung der Röhre immer mit Queckſilber bedeckt iſt.

Uebrigens hat Herr Voigt manche Bemerkungen gemacht über die beſte Einrichtung des Barometerbrets, der Eintheilung der Skale, der Aufhängung des Barometers, der Reinigung des Queckſilbers und des Auskochens deſſelben, welche allerdings vom Künſtler beherzigt zu werden verdienen. Die Prins'ſche Einrichtung zieht er allen übrigen vor.

Nachdem er endlich noch einige kritiſche Bemerkungen über die bisher angeführten Reiſebarometer gemacht hat, ſo giebt er eine Beſchreibung von ſei-

ner

ner neueſten Einrichtung eines Reiſebarometers. Das Gefäß deſſelben hat die Form eines Parallelepipedi und wird am beſten von Buchsbaum=, oder Königsholz gemacht. An der einen Seite iſt ein cylindriſches Loch angebracht, welches den untern Theil der Queckſilberröhre aufnimmt. Dieſe befeſtigt Voigt ſo, daß er das untere Ende mit Papier, das auf beyden Seiten mit Hauſenblaſe verſtrichen iſt, ſo vielmal umwickelt, bis es gedrängt in jenes Loch eingedreht werden kann. Nachdem es trocken geworden, wird es mit einem Anſatze verſehen, und in die cylindriſche Höhlung mit ſehr ſtarker Hauſenblaſe eingeleimt. Neben der Barometerröhre iſt das Holz bis auf die Hälfte ſeiner Höhe entweder cylindriſch ausgedreht, oder wie ein vierkantiges Käſtchen gebildet, deſſen Boden eine möglichſt ebene Fläche von einem Umfange iſt, nämlich ſo, wie ſie Prins für ſeine Barometergefäße vorgeſchlagen hat: eine Einrichtung, die in des Herrn de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre beſchrieben und abgebildet iſt, und die den Vortheil gewährt, daß eine größere Menge Queckſilber nicht höher über dieſer Fläche ſteht, als eine geringere, ſobald nur die Quantität nicht ſo viel beträgt, daß das Queckſilber die Wände des Behältniſſes erreicht. Um dieſer Fläche eine größere Ebenheit zu geben, als es beym Ausdrehen auf der Drehbank möglich iſt, arbeitet man ſie, mit anfänglicher Weglaſſung der Wände, mittelſt der Feile oder einer Planſchüſſel ab, und verſieht ſie dann erſt mit den Wänden, wobey Voigt polirte Stahlplatten ſehr zweckmäßig gefunden hat. In die Mitte dieſer Fläche wird eine Schraubenmutter mit feinen und ſcharfen Gängen bis auf eine gewiſſe Tiefe eingeſchnitten, und am untern Ende deſſelben geht ein wagrechter Kanal

bis

bis zur Oeffnung der eingeleimten Queckſilberröhre unter der Prins'ſchen Fläche hin, welcher die Communikation des Queckſilbers in der Röhre mit dem im Gefäße bewirkt. Beym Nichtgebrauch des Barometers wird mitten in jene eine Flügelſchraube mit einem etwas breiten Anſatze und geſchmeidigen ledernen Ringe auf demſelben angeſchraubt, wodurch die Barometerröhre mit ihrem Queckſilber völlig von der äußern Luft abgeſchnitten iſt. Man muß hiebey das Barometer ein wenig neigen, daß das Queckſilber aus den Gefäßen den Torricelliſchen Raum beynahe völlig anfüllt; nur ſo viel läßt man leer, als nöthig iſt, bey der Ausdehnung des Queckſilbers durch vermehrte Wärme die Röhre vor dem Zerſpringen zu ſichern. Man ſucht auch in dieſem Zuſtande das Inſtrument am beſten in umgekehrter Lage zu erhalten. Dem ganzen Behältniſſe giebt man übrigens noch die Lage, daß die Längenfibern des Holzes mit der Queckſilberröhre gleichlaufend werden.

Für ſolche Veränderungen nun, wo die Barometerſtände nur um wenige Linien unterſchieden ſind, wird bey mäßiger Größe der Prins'ſchen Fläche der Mittelpunkt des Maasſtabes, oder das ſogenannte Niveau, ohne weitere Vorrichtung und Behandlung unverändert erhalten werden können; allein bey beträchtlichen Höhenmeſſungen tritt bey den oberſten Standpunkten zu viel Queckſilber aus der Röhre ins Gefäß, als daß es noch von den Wänden des Behältniſſes entfernt bleiben könnte, man müßte denn das Behältniß ſehr weit machen, welches aber dem Werkzeug ſeine leichte Behandlung ſowohl, als ſein gutes Anſehen benehmen könnte. In ſolchen Fällen muß alſo das Niveau beſonders berichtigt werden, und die-

dieſes hat Voigt dadurch zu erhalten geſucht, daß er in die vordere Seite des Behältniſſes eine cylindriſche Oeffnung bohrt, deren Achſe genau auf der Prins'ſchen Fläche hinſtreicht. Dieſes Loch hat zwiſchen $\frac{3}{4}$ und 1 Linie im Durchmeſſer, und an der Stelle, wo ſeine Achſe die Grundfläche des Behältniſſes trift, wird dieſe einige Linien weit koniſch ausgehölt, ſo daß die Spitze dieſes nach ſeiner Achſe durchſchnittenen Kegels ungefähr auf die Mitte dieſes Durchſchnitts der Grundfläche trifft. Aus dieſer koniſchen Oeffnung fließt alſo bey Berichtigung des Niveau's das im Behältniß zu hoch ſtehende Queckſilber ab. Gleich unter dieſer Oeffnung iſt deshalb ein kleines hohles dreyecktes Prisma von Pappe ſo angebracht, daß es, mittelſt einer an ſich habenden im doppelten Winkel gebogenen Zwinge, in eine Feder, die am untern Theile des Gefäßes angebracht iſt, geſchoben werden kann. Um das Ausfließen des übrigen Queckſilbers nach Gefallen zu unterbrechen, muß an der Vorderfläche des Gefäßes eine horizontale Feder angebracht ſeyn, deren vorderes Ende ſo genau an die Oeffnung ſchließt, daß kein Queckſilber zwiſchen durch kann; durch ein leichtes Abziehen dieſer Feder kann hingegen das Ausfließen ſogleich wieder bewirkt werden.

Die Queckſilberröhre ſelbſt legt Voigt ganz platt auf das Bret, ohne ſie zur Hälfte in daſſelbe einzulaſſen, und es wird deshalb das Gefäß nur ſo weit in das Bret eingelaſſen, als jener Umſtand es nöthig macht. Er ſucht hierdurch einen richtigern vertikalen Stand der Achſe der Queckſilberſäulen möglich zu machen, als es beym Einlaſſen ins Bret geſchehen kann. Der mit einem Nonius verſehene Maaß-

ſtab wird deshalb auch durch ein untergelegtes Fournirbretchen ſo weit über die Fläche des Bretes erhöht, daß das an demſelben befeſtigte Viſir bequem auf die Queckſilbergrenze geſtellt werden kann. Unter dieſem Maasſtabe hängt alsdann das zum genauen Vertikalſtellen erforderliche Pendel, woran Voigt ebenfalls einige Einrichtungen vorgeſchlagen hat; und unter demſelben findet endlich das Thermometer ſeinen Platz.

Zur Aufſtellung des Barometers bey den Beobachtungen bedient er ſich eines zarten Statws, wie bey den Meßtiſchen, das man beym Nichtgebrauch als einen Wanderſtab tragen kann. Oberhalb der drey Füße, wo ſonſt die Nuß befindlich iſt, iſt bloß ein cylindriſches Stück vorhanden, an welches ein hölzernes Kreuz mit einer Stellſchraube befeſtigt werden kann. Dieſes Kreuz hat an ſeinem vertikalen Theile ein Paar Kopfſchrauben, an deren Enden ſich die hintere Seite des Barometers legt. Am Ende des horizontalen Kreuzſtücks iſt mittelſt einer Preßſchraube das Barometerbret ſelbſt befeſtigt, ſo daß es nicht allein ſeitwärts, ſondern auch etwas vor- und hinterwärts bewegt, und auf ſolche Weiſe genau vertikal geſtellt werden kann.

Auch in den neueſten Zeiten ſind die ältern Vorſchläge, die Barometer ſehr empfindlich zu machen, wieder erneuert worden. Herr Wilſon u) gab eine neue Einrichtung der Barometer an, wovon er glaubt, daß ſie keinen von den Fehlern der vor ihm vorgeſchlagenen unterworfen ſey. Sie beſteht in folgenden: es iſt (fig.

u) *Nicholſon's* journal of natural philoſophy. Sept. 1803.

(fig. 20.) a b eine Röhre, welche ſich von den gewöhnlichen Barometerröhren bloß darin unterſcheidet, daß ſie weiter und länger iſt, damit ein cylindriſches Stäbchen q r darin frey im Queckſilber ſchwimmen könne, wovon aber ein Theil über der Queckſilberfläche herausſteht, und daß ſich am untern Ende eine engere Röhre b c d, ſtatt des ſonſt erforderlichen Queckſilbergefäßes, angeſetzt befindet. An dem untern Ende des Stäbchens iſt ein Haar, oder auch ein dünner Eiſendrath befeſtigt, welcher durch das Queckſilber geführt und bey d herausgezogen wird, ſo daß man mittelſt deſſelben das Stäbchen niederziehen, und es wieder in die Höhe laſſen kann.

An dem kurzen Schenkel c d iſt ein Zeichen bey n, auf welches man jedesmal die Queckſilberfläche ſtellen kann, wenn man das Stäbchen nach Erfordern in Bewegung ſetzt; denn wenn es niederwärts gezogen wird, ſo erhöht ſich der Queckſilberſtand in beyden Schenkeln, welcher im Gegentheil niedriger wird, wenn man das Stäbchen in die Höhe läßt.

Hat man nun den Stand des Queckſilbers an dieſes Merkmal gebracht, ſo kann man aus der beobachteten Veränderung des Queckſilberſtandes bey n auf eine Veränderung im Druck der Luft ſchließen, z. B. daß dieſer Druck zugenommen habe, wenn das Queckſilber unter n ſteht, und ſo umgekehrt.

Die Veränderungen des Standes, ſowohl bey m als bey n, ſind in einem beſtimmten Verhältniſſe mit den Veränderungen der Queckſilberſäule m r, welche von der Luft gehalten wird. Ein gewiſſes Fallen oder Steigen bey m iſt nämlich für das demſelben entſprechende Fallen oder Steigen bey n in einem verkehrten Verhältniſſe der Grundflächen der Queckſilber-

Querſchnitte, oder Queckſilbercylinder bey m und n, oder im Verhältniſſe des Querſchnitts der Röhre cd und des Unterſchieds der Querſchnitte vom Queckſilber und Stäbchen in ab. Es ſeyen z. B. D, d, r die Durchmeſſer von ab, dc und dem Stäbchen, ſo iſt das erwähnte Verhältniß $d^2 : (D^2 - r^2)$. Geſetzt, das Queckſilber ſtehe zuerſt bey m und n, und hernach bey y und x, ſo iſt die ganze Veränderung der von der Luft gehaltenen Queckſilberſäule my + nx. Setzt man $D = 5'''$, $d = 2'''$ und $r = 1'''$, ſo iſt $d^2 : (D^2 - r^2) = 4 : 24 = 1 : 6$, folglich die Veränderung bey m zur Veränderung der ganzen Seitenlänge $= d^2 : D^2 + d^2 - r^2 = 1 : 7$, oder die Veränderung bey n zur Veränderung der ganzen Säule, die von der Luft getragen wird, $= D^2 - r^2 : D^2 + d^2 - r^2 = 6 : 7$. Kann man alſo die Veränderungen bey m und n genau genug meſſen, ſo weiß man auch die Veränderungen im Druck der Atmoſphäre.

Anſtatt aber dieſen Weg einzuſchlagen, zieht man das Stäbchen ſo weit herab, bis das Queckſilber wieder an das Merkmal n kommt, und man hat an dem Raume, welchen das aus dem Queckſilber hervorſtehende Ende des Stäbchens bey dieſem Herabziehen durchläuft, ein anderes Maaß für die Veränderung des Luftdrucks, welches man zugleich ſo weit vergrößern kann, als man nur will.

Man nehme z. B. an, das Queckſilber ſey von n bis x gefallen, und im langen Schenkel von m bis y geſtiegen, ſo nimmt man durch Herunterziehen des Stäbchens ſo viel Queckſilber aus dem langen Schenkel hinweg, als den Raum nx auszufüllen nöthig iſt; zu dieſem Ende muß das Stäbchen eine gewiſſe Strecke nie-

niederwärts gezogen werden, und dieſe Strecke wird deſto mehr betragen, je dünner das Stäbchen iſt, ſo daß zwiſchen dem Querſchnitt des Stäbchens und dem bey n oder x im kurzen Schenkel, ein beſtimmtes Verhältniß für die Veränderung des Barometerſtandes vorhanden iſt. Herr Wilſon zeigt durch analytiſche Rechnungen, wie man eine vergrößerte Skale für den obern Endpunkt des Stäbchens beſtimmen könne, bemerkt aber am Ende, daß wegen der zu wenigen Genauigkeit, mit welcher man die Durchmeſſer D, d und r zu meſſen im Stande ſey, jene Skale lieber nach Erfahrungen an einem Normalbarometer auszumitteln ſeyn möchte. Er bemerkt dabey, daß, wenn der kurze Schenkel dc eng ſey, der Vortheil größer werde; zwar vermindert dieſer Umſtand die Größe der Skale ſelbſt in etwas, aber die Aenderung nx iſt deſto beträchtlicher, welches ein wichtiger Umſtand iſt; auch iſt da nicht ſo viel Schaden von der Bewegung des Queckſilbers zu befürchten. Man kann deßhalb z. B. bey einem Queckſilberſtand von 27 Zoll an einem gewöhnlichen Barometer, wie hier bey q, ein Merkmal machen, wo jetzt das Queckſilber ſteht; ſteigt es nun etwa 1 Linie im gewöhnlichen Barometer, ſo bringt man im Wilſon'ſchen durch Herabziehung des Stäbchens das Queckſilber im kurzen Schenkel wieder an das anfängliche Merkmal, und ſieht nach, um wie viel der Punkt q dadurch niedriger gekommen iſt, z. B. bis y, ſo wird der Raum qy den Werth von 1 Linie Aenderung anzeigen; dieß geſchieht am beſten ſo, daß man eine Skale auf dem Stäbchen ſelbſt verzeichnet.

Herr Wilſon bemerkt, daß er durch folgende Betrachtung auf dieſe Vorrichtung gekommen ſey. Es fiel

fiel ihm ein, daß, wenn man Waſſer in eine lange Röhre, die an dem kurzen Schenkel eines Heberbarometers angeſetzt iſt, göſſe, man dadurch das Queckſilber, welches über das Merkmal n heraufgeſtiegen wäre, wieder bis an daſſelbe herabbringen könnte. Eine ſolche Waſſerhöhe, die 14mal mehr betrüge, als die Tiefe, bis auf welche der Queckſilberſtand herabgebracht wäre, könnte alſo ein Maaß für die Veränderung des Luftdrucks abgeben. Umgekehrt müßte man aus der langen Röhre ſo viel Waſſer herausnehmen, bis ein unten befindlicher Queckſilberſtand auf dieſe Höhe wieder herauf gebracht worden wäre. Ein ſolches Zu- und Ablaſſen des Queckſilbers ließe ſich am beſten durch einen Heber und ein etwas tiefes Gefäß bewerkſtelligen. Denn wenn der Heber mit Waſſer angefüllt iſt, und nun das Gefäß ſo hoch erhoben wird, daß der Waſſerſtand darin höher als der in der langen Röhre iſt, ſo wird Waſſer aus jenem in dieſen laufen; ſenkt man aber das Gefäß ſo weit, daß es darin niedriger ſteht, ſo erfolgt gerade das Gegentheil. Dieß Werkzeug hat alle Vortheile eines Waſſerbarometers, und bedarf doch keiner großen Höhe, ſondern die Röhre braucht höchſtens etliche und 40 Zoll lang zu ſeyn. Indeſſen bemerkt Nicholſon, daß auch dieſes Inſtrument, wie alle andere Barometer, der Schwierigkeit unterworfen ſey, daß man nicht genau ſagen könne, wenn das Queckſilber gerade bey n ſteht.

Endlich hat auch Herr Prof. Schmidt x) in Gießen über das im I. Th. S. 433. angeführte Huygens'ſche Doppelbarometer verſchiedene Bemerkungen ge-

x) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. XIV. S. 199. f.

gemacht, welche zeigen, daß es, nach richtigen Grundſätzen und in der gehörigen Vollkommenheit verfertigt, unter den nicht transportablen Barometern ſowohl wegen ſeiner Empfindlichkeit als Genauigkeit vor allen übrigen den Vorzug verdiene. Unter allen Einwürfen, welche man gegen dieſes Barometer gemacht hatte, ſchien ihm der, welcher von der Einwirkung der Wärme herrührt, der erheblichſte geweſen zu ſeyn, und eben dadurch ward er lange Zeit abgehalten, dieſem Werkzeuge ſeine Aufmerkſamkeit zu ſchenken. Allein vor ein Paar Jahren ward er durch die Theorie und Erfahrung überzeugt, daß auch dieſer Einwurf völlig grundlos ſey, indem man dem doppelten Barometer leicht eine ſolche Einrichtung geben könne, daß aller Einfluß der Wärme auf daſſelbe ſich völlig aufhebe und wegfalle; ein Vorzug, den bisher kein anderes Barometer hat. Nach des Herrn Schmidt's Berechnung kommt es nur darauf an, daß die Querſchnitte der Cylinder im Verhältniſſe mit den Querſchnitten der Spiritusröhren ſehr groß und von gleicher Größe ſind.

Was den einen Einwurf gegen die Empfindlichkeit dieſes Barometers durchs Reiben des Queckſilbers und des darüber gegoſſenen Liquors an den engen Röhren betreffe, ſo beweiſe die Erfahrung gerade das Gegentheil. Denn wenn das doppelte Barometer, ſowohl im Sinken als Steigen, einem vollkommenen Heberbarometer regelmäßig voreile, und nur alsdann mit ihm übereinſtimme, wenn der Barometerſtand eine Zeitlang unveränderlich bleibt: ſo könne man jenes Barometer doch wohl nicht unempfindlich ſchelten.

In

In Anſehung des andern Einwurfs, daß nämlich dieſes Barometer beym ſchnellen Fallen, wegen der Adhäſion der Flüſſigkeit an die Glaswand, tiefer ſtehe, als es ſolle, erwiedert Schmidt, daß dieſer ſehr unbedeutend ſey, wenn man nur keine zähe, klebrige und bloß mechaniſch gefärbte Flüſſigkeit auf das Queckſilber gieße. Eine Auflöſung von Orſeille in gutem Weingeiſte ſey der Abſicht ſo vollkommen entſprechend, daß bey den ſchnellſten Veränderungen des Barometers die Röhre über der Oberfläche des Spiritus nicht gefärbt, ſondern nur mit einem unmerklich feinen Thau bekleidet erſcheint, der die Oberfläche der Flüſſigkeit um keine 0,1 Linie, d. i. in der Skale des gewöhnlichen Barometers ausgedruckt, noch keine 0,01 Linie erheben würde.

Der dritte, von dem Verdunſten des Liquors gegen das doppelte Barometer hergenommene Einwurf ſey zwar allerdings in der Natur der Sache gegründet, allein keinesweges ſo erheblich, als er Anfangs ſcheine. Denn das Verdunſten ſey in einer ſo engen Röhre, als man für den Liquor über dem Queckſilber bey dem doppelten Barometer zu wählen pflegt, die höchſtens $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer habe, bey einer temperirten Wärme ſo unbedeutend, daß die Höhe der Säule binnen Jahr und Tag kaum um einige Linien abnehmen werde. Nehme man indeſſen an, ſie vermindere ſich um 1 ganzen Zoll, ſo entſtehe doch daraus kaum ein merklicher Fehler in der Angabe des doppelten Barometers. Trete die Verminderung plötzlich ein, ſo würde eben dadurch der Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers geringer, und durch deſſen Uebergewicht die Oberfläche der Spiritusſäule wieder in die Höhe gehoben. Bloß der Unterſchied zwiſchen

jenem Steigen und dieſem Sinken, auf die Skale des gemeinen Barometers reducirt, ſey der durch das Verdunſten in der Angabe des doppelten Barometers entſtandene Fehler.

Herr Schmidt ließ ſich von Herrn Ciarcy ein doppeltes Barometer verfertigen, bey welchem die beyden Cylinder $\frac{1}{2}$ Pariſ. Zoll im Durchmeſſer hatten; ſie waren ſo, wie die Röhre, worin ſich der Spiritus bewegt, vollkommen calibrirt. Durch vorgängiges Füllen und Abwägen mit Queckſilber fand ſich das Verhältniß der Durchſchnitte von den Cylindern zur Röhre = 191 : 1. Das ſpecifiſche Gewicht des mit Orſeille gefärbten Weingeiſtes war bey einer Temperatur von 15° Reaum. = 0,907, und das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers = 13,5. Nach dieſen Datis berechnete er die Skale des doppelten Barometers, und fand, daß 2 Zoll Bewegung am gemeinen Barometer hier 24,96 Zoll ausmachten. Hiernach wurde die Skale des doppelten Barometers ſo eingetheilt und beſchrieben, daß die Theile, ohne alle Reduktion, den Zollen, Linien, Zehnteln und Hundertteln von Linien an der Skale des gewöhnlichen Barometers entſprachen. Hiernach verhielt ſich alſo das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers zum Spiritus wie 15 : 1, und $12\frac{1}{2}$ Zoll Bewegung entſprachen 1 Zoll an der Skale des gemeinen Barometers. Wenn ſich die Höhe der Spiritusſäule durch das Verdunſten um 1 Zoll vermindert, ſo wird der Druck um $\frac{1}{15}''$ Queckſilberſäule geringer, folglich der Spiritus um $\frac{12\frac{1}{2}}{15}$ Zoll wieder gehoben. Die eigentliche Veränderung in dem Stande der Säule beträgt alſo nur $\frac{2\frac{1}{2}}{15}$ Zoll, welches, in der Skale des gemeinen Barometers

ters ausgedruckt, $= \frac{2\frac{1}{2}}{15 \cdot 12\frac{1}{2}}$ Zoll $= 0{,}16$ Linien iſt. Hat man daher ein doppeltes Barometer nur ein mal recht genau nach einem guten gewöhnlichen Barometer regulirt, ſo wird es gewiß ſehr lange dauern, bevor zwiſchen Beyden durch das Verdunſten des Spiritus eine Disharmonie entſteht. Und was ſey es endlich für eine große Mühe, wenn man nach Jahr und Tag einmal wieder etwas Spiritus zugießen, und die Regulirung aufs neue vornehmen müſſe? Müßten ja doch die gewöhnlichen Barometer von Zeit zu Zeit gereinigt und wieder ausgekocht werden, wenn ſie in der gehörigen Vollkommenheit bleiben ſollten.

Die einzige Unbequemlichkeit der doppelten Barometer ſey bloß dieſe: man dürfe ſie ſo wenig als möglich bewegen, damit nicht durch ſtarke Oſcillationen der Spiritus und das Queckſilber in dem untern Cylinder ſo mit einander vermiſcht werden, daß wohl gar etwas Feuchtigkeit in den horizontalen Theil der Röhre kömmt, welcher die beyden Schenkel mit einander verbindet, indem ſonſt zu befürchten iſt, daß ſich die Feuchtigkeit durch das Queckſilber in den obern leeren Raum begebe, wodurch das Werkzeug wegen der entſtehenden Dämpfe völlig unbrauchbar werden würde. Eben daher müſſe auf das Auskochen des Queckſilbers alle Sorgfalt verwendet werden, damit weder Luft noch Feuchtigkeit zurückbleibe, die wegen der großen Empfindlichkeit der Werkzeuge hier einen ſchädlichern Einfluß, als ſelbſt bey den gewöhnlichen Barometern, äußern würden. Am ſicherſten ſey es, das doppelte Barometer, wenn der Spiritus aufgegoſſen und der Stand deſſelben regulirt ſey, ruhig an Ort und Stelle hangen zu laſſen.

Ueberhaupt aber war die Empfindlichkeit des doppelten Barometers nach Herrn Schmidt's Beobachtungen ſo groß, daß jeder einzelne mäßig heftige Windſtoß eine Oſcillation von einigen Hunderttheilen einer Linie in dem Stande deſſelben veranlaßte. Er hielt daher dieſes Barometer vorzüglich geeignet, die Größe der atmoſphäriſchen Ebbe und Fluth in unſern Gegenden auszumitteln.

Auch hat man auf Barometer gedacht, welche ihren Stand ſelbſt aufſchreiben, und den Nahmen Barometergraphen erhalten haben. Nach Herrn Luz [y]) iſt der erſte Barometergraph in England verfertigt worden. Das weſentlichſte deſſelben beſteht aus einem Heberbarometer, das an beyden Schenkeln $1\frac{1}{2}$ Zoll weite Behältniſſe hat, in welchen die Queckſilberflächen ſteigen und fallen. Auf dem Queckſilber im untern Schenkel liegt ein Cylinder von Elfenbein mit einem ſenkrecht heraufgehenden Drathe, der durch Hülſen geführt iſt, damit er ſtets ſenkrecht bleibe. Alles dieß wird von einem Gegengewichte gehalten, damit es nicht zu ſehr aufs Queckſilber drucke. Oben am Drathe iſt ein ſchreibender Stift angebracht. Vor dieſem Stifte führt ein Uhrwerk mit gleichförmiger Bewegung einen Schieber vorbey, auf welchem ein Muſſchenbroek'ſches Gitter (Th. IV. S. 183.) verzeichnet iſt. Der Stift wird durch den Drath, der elaſtiſch ſeyn muß, an die Zeichnung angedruckt. Da er mit dem Queckſilber im untern Schenkel ſteigt und fällt, ſo zeichnet er dieſe Bewegungen aufs Papier, während daſſelbe vom Uhrwerke gleichförmig fortgezogen wird. So entſteht eine eigene Zeichnung den Veränderungen im untern Schenkel eines Heberbarometers gemäß.

Chan-

y) Beſchreibung von Barometern. §. 210. u. f.

Changeux [z]) hat dieſes Barometergraph verbeſſert, indem er das Gitter in eine runde Scheibe umbeugt, ſo daß ſich die horizontalen Linien in concentriſche Kreiſe, und die vertikalen in Stücke von Halbmeſſern verwandeln. Dieſe Scheibe bringt er an eine Pendeluhr ſo an, daß ſie gleichförmig umgedreht wird. Der Stift ſteht hier vor der Scheibe; alle Stunden ein mal ſchlägt ein Hammer auf den Drath, und verurſacht dadurch, daß der Stift am gehörigen Orte die Scheibe mit einem Punkte bezeichnet.

Eine andere Einrichtung eines Barometergraphen hat Arthur Macquire [a]) angegeben. Die Barometerröhre ſchwimmt auf dem Queckſilber, und macht eine Art von Wagebarometer. Sie wird höher gehoben, wenn das Queckſilber im Barometer ſinkt, und umgekehrt. Dieſe Veränderungen zeichnet ein Bleyſtift auf Papier, das durch ein Uhrwerk vorbeygeſchoben wird.

Die merkwürdige Erſcheinung (Th. II. S. 417.), daß eine Queckſilberſäule von 60 bis 70 engl. Zoll in der torricelliſchen Röhre hangen bleibt, ſucht Herr Luz auf dieſe Art zu erklären. Weil dieſe Erſcheinung bey allen gut ausgekochten Barometern ſtatt findet, ſo meint Herr Luz, daß das Queckſilber und das obere Ende der Röhre durch das Auskochen am beſten von der Luft gereinigt werde. Allein man ſolle nicht glauben, daß die Luft gänzlich vertrieben worden ſey. Vielleicht entwickele ſich ſelbſt aus dem Queckſilber eine künſtliche Luftart, von welcher ſich ſelbſt

z) Journal de phyſique. Nov. 1780.

a) Deſcription of a ſelf-regiſtering barometer, read May 1791 in den Tranſact. of the Roy. Iriſh Acad. Vol. IV. Dubl. 4. art. 8.

ſelbſt im Queckſilber und an den Seitenwänden der Glasröhre ein geringer Theil feſtſetze. Dieſe zurückgebliebene Luft ſey aber auf einen größern Raum ausgetheilt, und folglich ſo verdünnt, daß man ſie für nichts anſehen könne. Aus dieſem Grunde hange das Queckſilber mit der Röhre, beyde durch die Atmoſphäre gegen einander gedruckt, ſo feſt zuſammen, als zwey magdeburgiſche Halbkugeln, oder als zwey ſehr ſorgfältig auf einander geſchliffene Platten. Weil bey ſo großer Abweſenheit der Luft, Queckſilber und Glas einander auf das innigſte berühren; ſo könnten ſie auch den ſtärkſten Grad der Attraction gegen einander beweiſen. Aus dieſen zwey Gründen bleibe das Queckſilber in der Barometerröhre, nach dem Auskochen, an dem obern Ende der Röhre hangen.

Sey aber die Queckſilberſäule einmal von dem Glaſe losgeriſſen, ſo ſammle ſich die im Queckſilber, und zwiſchen dem Queckſilber und der Röhre zuvor vertheilte ſehr dünne Luft in den obern leeren Raum. Laſſe man die Queckſilberſäule wieder an das Ende der Röhre hinauf laufen, ſo werde die im leeren Raum der Röhre befindliche äußerſt verdünnte Luft zuſammengedruckt, und an das äußerſte Ende der Röhre angeſammelt. So wenig es auch ſeyn möge, ſo verhindere ſie doch, da ſie in einem ſehr kleinen Raum beyſammen ſey, daß das Glas und das Queckſilber ſich in allen ihren Theilen ſo innig als zuvor berühren können, und die Säule bleibe aus dieſem Grunde nicht mehr an der Röhre hangen.

Was den Einfluß der Wärme auf die Queckſilberſäule betrifft, ſo hat der Ritter Schuckburgh [b]) beynahe die nämliche Ausdehnung des Queckſilbers im Ba-

b) Philoſ. Tranſact. Vol. LXVII. n. 29.

Barometer gefunden, als de Lüc. Nach ſeinen Verſuchen dehnte ſich das Queckſilber von dem Froſtpunkte bis zum Siedpunkte auf 5,91 Linien aus.

Zu gleicher Zeit machte auch William Roys c) ſeine Verſuche über dieſen Gegenſtand bekannt. Er machte die Einrichtung, daß die ganze Queckſilberſäule des Barometers in ſchmelzendes Eis, und gleich darauf in ſehr heißes Waſſer geſtellt werden konnte. Bey dieſen Verſuchen fand er, daß ſich eine 30 engliſche Zoll lange Queckſilberſäule vom Eis- bis zum Siedpunkte um 0,5117 Zoll ausdehnt, welches etwa 5,7617 Par. Linien austrägt.

Auch Herr Roſenthal hat die Ausdehnung des Queckſilbers im Barometer durch unmittelbare Verſuche gemeſſen, und gefunden, daß ſich eine 27 Pariſer Zoll lange Barometerſäule vom Eis- bis zum Siedpunkte um $\frac{89}{16} = 5\frac{3}{16} = 5,56$ Linien ausdehnt.

Herr Luz, der ebenfalls über dieſen Gegenſtand Verſuche anſtellte, fand, daß eine Barometerſäule von 27 Pariſ. Zoll durch eine Wärme, die vom Eis- bis zum Siedpunkte reicht, um 5,64 Linien ausdehnt. Herbert aber giebt dieſe Ausdehnung nur 5,08 Par. Linien an.

Man nehme überhaupt an, die Barometerſäule, welche bey 0 Grad Wärme auf der Höhe a ſteht, dehne ſich bis zum Siedpunkte um die Höhe m aus. Das Thermometer, welches man zur Berichtigung der Barometerhöhe gebraucht, beſitze zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte h Grade, und zeige bey der Beobachtung des Barometers g Grade über dem Gefrierpunkte; endlich ſey die Temperatur, auf welche man

c) Ibid. n. 34.

man alle Barometerbeobachtungen reduciren will, = n Grad über dem Froſtpunkte, und die beobachtete Barometerhöhe = b, ſo wird die Verbeſſerung

$$= \frac{b}{a + \frac{gm}{h}} \cdot \frac{gm}{h} = \frac{bgm}{ah + gm}$$

Da aber alle Barometerbeobachtungen auf n Grade über dem Froſtpunkte reducirt werden ſollen, ſo muß man ſtatt g die Differenz g — n ſetzen, und man hat die Verbeſſerung

$$= \frac{bm\,(g - n)}{ah + gm}$$

Es iſt folglich die verbeſſerte Barometerhöhe

$$= b - \frac{bm\,(g-n)}{ah+gm} = \frac{bah + bgm - bgm + bgn}{ah + gm}$$

$$= \frac{bah + bgn}{ah + gm} = \frac{ah + gn}{ah + gm} \cdot b$$

$$= b\left(1 + \frac{(n-g)\,m}{ah + gm}\right)$$

Weil gm gegen ah immer ſehr klein iſt, ſo kann man ohne beträchtlichen Fehler in der Ausübung dafür ſetzen

$$b\left(1 + \frac{(n-g)\,m}{ah}\right)$$

Nimmt man mit de Lüc m = 6 Linien, a = 27 Zoll = 324 Linien, und nach ſeiner Thermometerſkale h = 96, n = 12, und g = f + 12, ſo ergiebt ſich

$$b\left(1 - \frac{f \cdot 6}{324 \cdot 96}\right) = b\left(1 - \frac{f}{54 \cdot 96}\right)$$

Stellt

Stellt man die Beobachtungen mit dem Reaumür-ſchen Thermometer an, ſo iſt $h = 80$. Wäre nun $n = 0$, $g = 8$, ſo iſt die berichtigte Barometerhöhe

$$= b\left(1 - \frac{8 \cdot 6}{324 \cdot 80}\right) = b\left(1 - \frac{1}{54 \cdot 10}\right)$$

$$= b\left(1 - \tfrac{1}{540}\right)$$

Iſt alſo die beobachtete Barometerhöhe = 28 Grad, ſo wird die berichtigte

$$= 336\left(1 - \tfrac{1}{540}\right) = \frac{336 \cdot 539}{540} = 335{,}38 \text{ Linien.}$$

Würde man aber die Beobachtungen mit dem Fahrenheitſchen Thermometer anſtellen, ſo ſey der Grad deſſelben bey der Beobachtung des Barometers $= f$, und der, worauf die Beobachtung reducirt werden ſoll, $= k$. Nun iſt $h = 180$, $g = f - 32$, und $n = k - 32$, mithin die berichtigte Barometerhöhe

$$= b\left(1 + \frac{k - f}{9720}\right)$$

es wäre alſo hier die Verbeſſerung wegen der Wärme $= \frac{k - f}{9720} \cdot b$, welche zu der beobachteten Höhe addirt, wenn $k - f$ poſitiv, hingegen ſubtrahirt werden muß, wenn $k - f$ negativ iſt.

Um dieſe Rechnung bey jedesmaliger Beobachtung der Barometerhöhe zu erſparen, hat Herr Schlögl [d]), Canonicus in München, eigene Reduktionstabellen berechnet, woraus man bey jedesmaliger

d) Tabulae pro reductione quorumvis ſtatuum barometri ad normalem quendam caloris gradum publico uſui datae a P. *Guarino Schlögl*. Ingolſt. 1787. 4.

liger Beobachtung am Barometer und Thermometer ſogleich die berichtigte Barometerhöhe nehmen kann. Bey dieſen Tafeln, welche eigentlich zum Gebrauch der meteorologiſchen Geſellſchaft zu Mannheim beſtimmt ſind, iſt das Reaumürſche Thermometer zum Grunde gelegt worden.

Wenn man nun von den angegebenen Beſtimmungen, wie weit ſich nämlich das Queckſilber vom Eispunkte bis zum Siedpunkte ausdehnt, das arithmetiſche Mittel nimmt, ſo findet man die Zahl 5,5 $= 5\frac{1}{2}$ Linie. Auch dieſes nimmt Herr Schlögl an, und er hat hiernach die Berechnung ſeiner Tafeln ſo angeſtellt, daß er bey jeder Veränderung der Wärme von 1 Grad zeigt, um wie viel ſich eine jede andere Queckſilberſäule von b Zoll Länge ausdehne. Nimmt man den Gefrierpunkt zur Reduktionstemperatur an, ſo hat man in der vorhin angegebenen Formel $a = 27$ Zoll $= 324$ Linien, $h = 80$, $m = 5\frac{1}{2}$, $n = 0$, mithin $\frac{m}{a} = \frac{5,5}{324} = \frac{11}{648}$, und folglich die berichtigte Barometerhöhe

$$= b\left(1 - \frac{11g}{648 \cdot 80}\right),$$

wo der Bruch $\frac{11}{648 \cdot 80}$ ohne merklichen Fehler $= \frac{1}{4713}$ geſetzt werden kann.

Wenn g einen Wärmegrad über dem Gefrierpunkte anzeigt, ſo muß die Verbeſſerung von der Barometerhöhe abgezogen, im entgegengeſetzten Falle aber dazu addirt werden. Die Schlöglſchen Tafeln geben die Verbeſſerung für jeden Reaumürſchen Grad, und für jede Barometerhöhe von 20 bis 29 Zoll an.

Statt

Statt der etwas unbequemen Zahl 4713 im Nenner nimmt Herr Gerſtner [e]) die Zahl 4800 an; mithin wäre alsdann $\frac{1}{4800} = \frac{1}{60.80} = \frac{5,4}{324.80}$ d. h. er nimmt an, die Queckſilberſäule dehne ſich vom Froſtpunkte bis zum Siedpunkte um 5,4 Linien aus. Bey den gewöhnlichen Barometerhöhen macht dieß gar keinen beträchtlichen Fehler aus. Vermöge dieſer Annahme hat man alsdann die berichtigte Barometerhöhe

$$= b\left(1 - \frac{g}{4800}\right)$$

und die Correktion $= \frac{gb}{4800} = \frac{1}{12} b \, . \, \frac{g}{400}$. Da nun $\frac{1}{12}$ b nichts weiter iſt, als die Barometerhöhe in Zollen ausgedruckt, ſo giebt dieß folgende ſehr leichte Regel:

Die Correktion der Barometerhöhe findet man, wenn man die Barometerhöhe b in Zollen mit dem beobachteten Thermometergrade nach Reaumür multiplicirt, und dieſes Produkt durch 400 dividirt.

Soll aber eine ſolche Berichtigung des Barometers wegen des Einfluſſes der Wärme ſo viel als möglich genau geſchehen, ſo muß das Thermometer, welches zu den Beobachtungen gebraucht werden ſoll, am Brete des Barometers ſelbſt ſich befinden, damit beyde unter völlig gleichen Umſtänden ſind, und einer-

e) Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmeſſungen; in den Beobacht. auf Reiſen nach dem Rieſengebirge, von Jſ. Haenke, Gruber und Gerſtner. Dresden 1791. 4. S. 279.

einerley Temperatur erhalten. Wegen dieſer Unbequemlichkeit und vielleicht einer dabey zu beſürchtenden Unrichtigkeit hat man auf ein Mittel gedacht, auch ohne Thermometer den Einfluß der Wärme auf das Queckſilber im Barometer beſtimmen zu können. Eine ſolche Methode giebt Paul de Lamanon f) in einem Briefe an Herrn Mongez an. Er gebraucht nämlich eine vollkommen gleich weite Barometerröhre, welche ſo umgebogen wird, wie das Normalbarometer des Herrn de Lüc. Wenn das Queckſilber im langen Schenkel um 1 Linie ſinkt, ſo muß es in dem kurzen um 1 Linie ſich erheben. Zu einer Zeit, wo das Thermometer einige Tage lang eine temperirte Wärme zeigt, wird die Länge der Barometerſäule im Barometer von den beyden Oberflächen des Queckſilbers an gemeſſen. Man nehme an, ſie betrüge in dieſem Falle 28 Zoll. Wenn ſich nun zu einer andern Zeit das Queckſilber im langen Schenkel um 1 Linie erhöhte, ohne in dem kurzen um 1 Linie zu fallen, ſo muß der Grund davon nothwendig in der Ausdehnung des Queckſilbers durch die Wärme liegen. Da aber die Ausdehnung in beyden Schenkeln im Verhältniſſe der Höhe der beyden Queckſilberſäulen geſchieht, ſo muß ſolche vorher berechnet, und der wahre Stand des Barometers daraus gefunden werden. Herr Luz bemerkt, daß bereits im Jahre 1759 Herr de la Grange die Einrichtung eines ſolchen Barometers bekannt gemacht habe.

Daſſelbe Verfahren mit einer kleinen Veränderung hat auch Herr Roſenthal im Jahre 1779 als ſeine Erfindung bekannt gemacht. Hiebey ſetzt er

f) Journal de phyſique. 1782.

er folgendes voraus. Die ganze Maſſe Queckſilber im langen und kurzen Schenkel des Barometers muß gemeſſen werden zur Zeit, wenn das Reaumürſche Thermometer + 16¾ Grad zeigt. Dieſe Wärme nennt Herr Roſenthal Normaltemperatur, ſo wie er die bey dieſer Temperatur gemeſſene Queckſilberſäule in beyden Röhren, und zwar über und unter der Horizontalebene, den Nahmen Normallänge giebt. Unter der ſcheinbaren Normallänge verſteht Herr Roſenthal jene Länge der ganzen Queckſilbermaſſe, welche bey einer größern oder geringern Wärme gemeſſen, und mithin länger oder kürzer als die Normallänge befunden wird. Der Barometerſtand iſt dann der wahre, wenn das Barometer zugleich die Normallänge angiebt, welches nur bey der Normaltemperatur geſchieht. Der wahre Barometerſtand heißt auch derjenige, der bereits berichtigt, und auf die Normaltemperatur reducirt worden iſt. Der ſcheinbare Barometerſtand bedeutet endlich die Höhe der Barometerſäule über der Horizontalebene, die zu einer Zeit beobachtet worden, wenn das Thermometer über oder unter der Normaltemperatur ſteht; oder der noch nicht berichtigte und auf die Normaltemperatur reducirte Barometerſtand. Herr Roſenthal ſieht die Skale, deren ſich Herr de Lüc zu ſeinen Beobachtungen bediente, für unſchicklich an, und wählt dafür diejenige, welche jener als eine unſchickliche verwarf. Die Null ſteht nämlich gleich unten über der Krümmung der Röhre; ſowohl am langen als kurzen Schenkel werden die Grade aufwärts gezählt; und die Grade laufen vom kurzen an den langen Schenkel fort. Um mit dieſer Skale die Barometerhöhe zu finden, bemerkt man das Ende der Queckſilberſäule im kurzen und

im langen Schenkel, und zieht dann von den Graden des langen Schenkels die Grade des kurzen ab. Uebrigens beobachtet Roſenthal am Barometer nach ſechzehntheiligen Linien; und damit er nicht nöthig habe, Zolle, ganze Linien und ſechzehntheilige Linien anzuſetzen, ſo hat er $\frac{1000}{16}$ Linien einen Barometerfuß genannt, und ſeiner Skale ſolche Theile gegeben, daß 1 Grad ſo viel als $\frac{1}{10}$ Linie bedeutet.

Nun findet Roſenthal die Normallänge ſowohl als die ſcheinbare Normallänge, wenn er den Stand der Queckſilberſäule im langen und kurzen Schenkel addirt. Die Barometerhöhe aber bekommt er, wenn er von der Queckſilberſäule im langen Schenkel die Queckſilberſäule im kurzen abzieht.

Geſetzt nun, er hätte bey der Normaltemperatur die Länge der Queckſilberſäule im langen Schenkel = 5609, und im kurzen 424 gefunden, ſo wäre die Normallänge = 5609 + 424 = 6033, und der wahre Barometerſtand = 5609 − 424 = 5185. Zu einer andern Zeit hätte er die Länge der Queckſilberſäule im langen Schenkel 5650, und im kurzen 427 gefunden, ſo wäre die ſcheinbare Normallänge = 5650 + 427 = 6077, und der ſcheinbare Barometerſtand = 5650 − 427 = 5223.

Um nun dieſen ſcheinbaren Barometerſtand zu berichtigen, und auf die Normaltemperatur zu reduciren, oder zu beſtimmen, wie der Barometerſtand ſeyn würde, wenn das Barometer die Normaltemperatur empfände, ſo bedient er ſich folgender Formel:

Wie ſich verhält die ſcheinbare Normallänge 6077 zur wahren Normallänge 6033, ſo verhält ſich der

der ſcheinbare Barometerſtand 5223 zum wahren Barometerſtand x = 5185.

Herr Luz bemerkt hiebey ganz richtig, daß dieſe Methode, wenn man auch die jedesmahlige Rechnung nicht ſcheuete, wohl ſchwerlich anwendbar ſeyn möchte. Denn unter andern Schwierigkeiten führt er dieſe als die wichtigſte an, daß hiebey die beyden Schenkel durchaus gleich weit ſeyn müßten; es ſey aber nicht leicht, nur erträgliche gleich weite Barometerröhren zu erhalten. Daher ſey es allemal ſicherer, ſich lieber eines Thermometers zu bedienen, und darnach die Correktion der beobachteten Barometerhöhe zu beſtimmen, wie denn auch Herr Roſenthal ſelbſt eingeſtanden habe, daß dieſe Methode ſehr mühſam wäre, und daher wieder den Gebrauch des Thermometers in Vorſchlag gebracht habe.

Ueber die Barometerveränderungen ſind in dieſem Zeitraume bis auf die neueſten Zeiten verſchiedene Hypotheſen aufgeſtellt worden.

Herr Changeux glaubte, daß, wenn viele Dünſte in der Atmoſphäre angetroffen werden, dieſe Luft in ſich ſchlucken, wodurch die Atmoſphäre ihre Spannung verliere, und das Barometer falle. Wird aber die Atmoſphäre nach erfolgtem Regen von den Dünſten gereinigt, ſo breitet ſich die Luft, die von den Dünſten verſchluckt war, wieder aus, nimmt einen größern Raum ein, bekommt eine ſtärkere Spannung, und das Barometer muß ſteigen. Herr Changeux kam vermuthlich auf dieſen Gedanken durch die Entdeckung der Gasarten, von welchen man anfänglich glaubte, daß ſie in den Körpern, aus welchen ſie ſich entwickeln, gleichſam im eingekerkerten Zuſtande ſich befänden, und ſelbſt die Luft vom Waſ-

ſer verſchluckt werde und eben dadurch einen weit kleinern Raum einnehme, als wenn ſie vom Waſſer befreyet wäre.

Unter allen bisher aufgeſtellten Hypotheſen hatte keine mehr Beyfall erhalten, als die des Herrn de Lüc. Allein der Herr de Sauſſure[g]) hat überzeugend dargethan, daß dieſe ſeine erſte Hypotheſe grundlos ſey. Er bewieß durch Verſuche, daß das Barometer, von der größten Trockniß bis zur größten Feuchtigkeit, höchſtens 3,5 Linien fallen könne; da es doch in unſern Gegenden Barometerveränderungen von 20, und unter dem Pol von 36 Linien giebt. Sauſſure ſelbſt wagt es nicht, eine beſtimmte Urſache der Barometerveränderungen feſtzuſetzen. Er ſagt erſtlich, man müſſe entſcheiden, warum das Barometer unter dem Aequator ſo geringe, und unter dem Pol ſo große Veränderungen erleide. Hieran ſey Schuld 1. weil unter dem Aequator die Wärme nicht ſo abwechſelnd iſt, als unter dem Pol. Unter der Linie beträgt die Abwechſelung der Wärme im ganzen Jahre höchſtens 25 Reaumürſche Grade, auf den Inſeln und dem Meer unter der Linie 10 bis 12, in unſerm gemäßigten Klima aber etliche 40, und in den nördlichen Ländern gegen 60 Grade; 2. die Winde ſind unter der heißen Zone viel regelmäßiger; 3. die Atmoſphäre muß unter der Linie eine größere Höhe haben, weil die Sonne ſie auf eine größere Höhe erwärmt. Daraus laſſe ſich erklären, warum bey uns das Barometer im Winter eine größere Höhe zeigt.

Die

g) Verſuch über die Hygrometrie. a. d. Franz. überſ. Leipz. 1784. 8.

Die chemiſchen Auflöſungen könnten wenig auf das Barometer wirken, da alle Gährungen, Fäulniſſe, Ausdünſtungen u. d. gl. unter der heißen Zone am ſtärkſten, und doch die geringſten Barometerveränderungen daſelbſt ſind. Die Wärme, die Winde, und die ungleiche Dichtigkeit der einander berührenden Luftſchichten ſeyen die Haupturſachen der Barometerveränderungen.

Die Wärme dehne die Luft aus. Er fand, daß die ganze Luftſäule, die auf einen Punkt der Erde drucke und durch 1 Reaumürſchen Grad erwärmt würde, und daneben frey austreten könnte, ſo leicht werden würde, daß das Barometer um $\frac{20}{16}$ Linien fiele. Durch 16 Grad Wärme würde es 22 Linien fallen. Allein 1. die Atmoſphäre leidet nur auf eine geringe Höhe eine Aenderung in ihrer Wärme, 2. wenn auch eine Luftſäule bis zu einer beträchtlichen Höhe erwärmt oder erkältet wird, ſo wird die ganze Atmoſphäre der einen Halbkugel beynahe zur nämlichen Zeit gleich ſtark erwärmt, oder erkaltet. Die durch die Wärme erweiterte Luftſäule kann folglich nicht daneben austreten, da die anliegenden Luftſäulen gleiche Spannung erhalten haben. Die Luftſäule muß ſich alſo nur in die Höhe erweitern, und behält ihrer Lokkerheit ungeachtet einerley Schwere.

Nur in dem Fall, wenn eine einzige Luftſäule entweder durch einen Windſtrom oder eine Wolke erwärmt oder erkaltet wird, kann ſie in die benachbarten Luftſäulen eindringen, oder im entgegengeſetzten Fall dieſe in ſie hineintreten, und ein Steigen oder Fallen des Barometers verurſachen.

Dieſer Fall findet ſtatt, wenn im Sommer der Regen die Luft an einem Ort abkühlt. Das Baro-

meter ſteigt in dieſem Falle augenblicklich. Doch kann dieſes nicht mehr als höchſtens $\frac{3}{4}$ Linien betragen, da die erkaltete Luftſäule nicht allzuhoch war.

Ferner ſcheinen ihm die Winde einen ſtarken Einfluß auf die Temperatur der Atmoſphäre zu haben, indem 1. im Winter warme und im Sommer kalte Winde in eine Luftſchicht eintreten, welche eine von ihnen ſehr verſchiedene Temperatur hatte. So kann z. B. die Atmoſphäre 10 bis 20 Reaumürſche Grade kalt geweſen ſeyn. Es erfolgt ein warmer Thauwind. Dieſer macht eine große Veränderung. Sind nun die benachbarten Luftſchichten kalt oder unverändert geblieben, ſo kann die durch den warmen Wind erweiterte Luftſäule dahin eindringen; die Luft wird alſo leichter und das Barometer fällt. 2. Erſtrecken ſich die Winde auf eine beträchtliche Höhe. In den heißeſten Frühlings- und Sommertagen kann die Sonne den Alpenſchnee nicht ſchmelzen. Sobald aber ein warmer Wind kommt, ſind nach 12 bis 15 Stunden die Ströme angelaufen und bisweilen gar ausgetreten.

Hiebey beantwortet de Sauſſure einen Einwurf des Herrn de Lüc, welcher behauptete: die Südwinde könnten im Sommer unſere Atmoſphäre wenig verändern, da wir im Sommer beynahe eine eben ſo große Wärme als unter der Linie hätten. Der Herr de Sauſſure aber zeigt, daß dieß nur von der Oberfläche des Erdbodens gelte: in der Höhe ſey es aber ganz anders. Quito und der St. Bernhard lägen in einerley Höhe, und doch komme am letzten Orte mitten im Sommer die Wärme ſelten viel über den Eispunkt; dahingegen Quito die angenehmſte Gegend ſey.

Auch

Auch hätten die Winde einen mechaniſchen Einfluß auf die Dichtigkeit der Luft. Wenn eine große Maſſe Luft ſchnell nach einen andern Ort, welcher in Ruhe ſey, bewegt werde; ſo leide ſie einen Widerſtand. Es entſtehe eine Spannung; die Luft werde angehäuft und ſchwerer. Vorzüglich geſchehe dieß, wenn zwey Ströme gegen einander ſtießen.

Trete eine große Luftmaſſe von einem Orte ſchnell hinweg, ſo entſtehe ein leerer Raum, und die Luft werde leichter. Auch der Vertikalwind, welcher durch Wärme, Dünſte, Berge u. d. g. hervorgebracht werden könne, müſſe die Atmoſphäre ſchwerer machen, da durch das gerade Aufſteigen des Windes eine Spannung und eine Vermehrung der Luft entſtehen müßte.

In der obern Atmoſphäre befänden ſich die heftigſten Winde. Denn auf den Bergen befinde ſich faſt allezeit einiger, und immer ein ſtärkerer Wind, als auf der Ebene. Die Veränderungen der Atmoſphäre entſtänden daher in einer außerordentlichen Höhe. Dieſes werde auch durch die kleinen weißen Flockwölkchen, die Vorbothen des Regens ſeyen, bewieſen. Denn dieſe ſtünden in einer ungeheuren Höhe, indem ſie auf den höchſten Bergen noch eben ſo hoch zu ſtehen ſchienen, als wenn man ſie auf der Fläche des Erdbodens betrachte.

Die Südwinde machen daher durch ihre Wärme die Luft leichter, und da ſie beſtändig Dünſte mit ſich führen, ſo regnet es, wenn die Luft leichter wird. Im Sommer werde zwar öfters auch bey dem Südwinde die Luft kühl, und das Barometer ſteige. Allein dieß thue der Wind nicht, ſondern der Regen. Der warme Südwind habe die Dünſte herbeygeführt; dieſe fielen in unſerer Atmoſphäre, welche kälter ſey, herab,

herab, brächten die Kälte der obern Luft mit, und könnten dadurch das Barometer zum Steigen bringen.

Nach de Sauſſure's Theorie wird die Luft durch die Kälte ſchwerer und verdichtet. Durch die Kälte werden aber auch die Dünſte verdichtet, daß ſie daher fallen, und ſich in Regen verwandeln ſollten. Und doch pflegt bey ſchwerer Luft heiteres Wetter zu ſeyn, da, wenn die ſchwerere Luft von der Kälte herkommen ſollte, es dabey regnen müßte. Dieß würde auch geſchehen, wenn die Nordwinde, welche uns die Kälte bringen, Dünſte bey ſich führten. Allein ſie ſind trocken, und dann treiben ſie unſere Luft, die etwa noch Dünſte enthält, vor ſich her weg, daher kann es nicht regnen.

Uebrigens führt de Sauſſure aus Poleni und van Swinden zu Franecker Beobachtungen an, daß mit der Schwere der Luft nicht allezeit Trokkenheit, und mit der Leichtigkeit der Luft nicht allezeit Feuchtigkeit und Regen verknüpft ſey; und daß bey 1175 Regen, die zu Padua in 12 Jahren gefallen ſind, das Barometer nur 758mal gefallen ſey.

Endlich geſteht auch de Sauſſure, daß die Dünſte, und verſchiedene bald ſchwerere bald leichtere Luftarten, z. B. dephlogiſtiſirte, phlogiſtiſirte, brennbare u. d. gl. Luft, wenn ſie ſich mit der atmoſphäriſchen Luft vermiſchen, einige Veränderungen in der Schwere der Atmoſphäre hervorbringen könnten.

Kirwan [h]) hat mit vielen Gründen gezeigt, daß alle bisherige Erklärungen über die Barometerveränderungen nicht hinreichen. Nach ihm erfolgen ſie aus der

h) Tranſact. of the Iriſh Academy. Tom. II. 1788. in Gren's Journal der Phyſik. B. IV. S. 59. u. f.

der ungleichen Ausbreitung der Luft in den höhern Regionen, beſonders gegen die Pole hin. Er nimmt nämlich an, daß zwiſchen den Wendekreiſen eine Menge brennbarer Luft beſtändig in die Höhe ſteige, welche ſich gegen die Pole hin bewege, und daſelbſt durch Verbrennung unter der Geſtalt der Nord- und Südlichter geſehen werde. Dieſe Verbrennung der brennbaren Luft ſieht er als die Haupturſache an, Veränderungen in Anſehung des Gleichgewichts der Atmoſphäre hervorzubringen. Nach dieſer ſeiner Hypotheſe erklärt er nun den Umſtand, daß unter dem Aequator keine merkliche Barometerveränderungen ſtatt finden, auf dieſe Art: zwiſchen den Wendekreiſen fließe in den obern Regionen der Luft eben ſo viele brennbare Luft aus, als in den untern Gegenden nördliche und ſüdliche Luft durch die Paſſatwinde zugeführt würde. Hingegen wären außerhalb den Wendekreiſen, wegen den ſo verſchiedenen Graden der Wärme und der Dichtigkeit der Luft, die obern Luftſtröme ungleich ſchneller, und es müßten häufige Unterbrechungen ſtatt finden, wodurch das Gewicht der Atmoſphäre vermindert werde. Ferner werde bey uns im Sommer die atmoſphäriſche Luft durch die Sonnenwärme ſehr ausgedehnt, und ſetze daher dem obern Strome der brennbaren Luft einen ſtarken Widerſtand entgegen, wodurch die brennbare Luft mehr gegen die ſüdliche Halbkugel getrieben würde, und eben daher rühre bey uns die geringere Barometerveränderung im Sommer. Dagegen ſey im Winter der obere Strom der brennbaren Luft bey uns weit ſtärker, und bewirke daher, daß zu dieſer Jahrszeit die größten Queckſilberhöhen gefunden würden. Wenn die nördliche Luft im nördlichen Europa in andere Gegenden hinſtrömt, und daſelbſt die Luftmaſſe dadurch, oder

auch

auch durch häufige Nordlichter, ſpecifiſch leichter würde, ſo fiele das Barometer, und da des Gleichgewichts wegen die Luft vom Mittage hin wehen müſſe, ſo ſehe man den Grund, warum das Barometer beym Südwinde falle. Im Gegentheil ſteige das Barometer beym Nord- und Oſtwinde, weil alsdann die obere Luft in dieſen Gegenden angehäuft würde. Fiele das Barometer vor einem Sturme, ſo rühre beydes, der Sturm und das Fallen, von einer größern Verdünnung der Luft in derjenigen Gegend her, wohin der Wind weht, und dieſe Verdünnung entſtehe aus der Verminderung oder Zerſetzung der obern Luft. Zur Zeit des Frühlings fange bey uns die obere brennbare Luft an, gegen Süden zu ſtrömen, im Herbſt aber ſich gegen Norden zu bewegen; woraus die Stürme um die Zeit der Nachtgleichen, und die häufigen Barometerveränderungen erfolgten. Weil nun aber der Zufluß der brennbaren Luft gegen die nördliche Halbkugel in allen Jahren nicht gleich ſey, ſo folge daraus auch, daß die mittlere Barometerhöhe in verſchiedenen Jahren auch verſchieden gefunden werden müſſe. — Obgleich dieſe Hypotheſe von den Barometerveränderungen hinlängliche Rechenſchaft giebt, ſo iſt es doch ſehr zweifelhaft, ob die heiße Zone eine ſo erſtaunende Menge brennbarer Luft in die Atmoſphäre ſenden könne, und ob die Nordlichter aus einer Verbrennung der brennbaren Luft beſtehen, wenn gleich Kirwan die Entſtehung der brennbaren Luft zwiſchen den Wendekreiſen dadurch begreiflich zu machen ſucht, daß daſelbſt durch Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, durch Vulkane, und durch viele andere natürliche Operationen eine große Menge brennbarer Luft erzeugt werde, welche wegen der Leichtigkeit in die oberſte Region der Atmoſphäre ſteigen müſſe.

Des Herrn de Lüc Hypotheſe, welche mit wenigen Worten Th. IV. S. 200. erzählt worden, ward von ihm ſelbſt dadurch widerlegt, daß er ſich eine ganz andere Vorſtellung von der Entſtehung der Dünſte, und der Verwandlung derſelben in der Atmoſphäre gemacht hat [i]). Er glaubt nämlich, daß die aufgeſtiegenen Dünſte in der Atmoſphäre ſelbſt durch einen uns unbekannten Naturprozeß in wirkliche Luft verwandelt würden, welche nachher wieder zerſetzt, und in Waſſer umgeſchaffen werde. Durch eine ſolche Verminderung und Vermehrung der Luft würde nun natürlich der geringere oder größere Druck der Luft auf die Erdfläche, und ſelbſt das Steigen und Fallen des Queckſilbers im Barometer zu erklären ſeyn.

Hiernach ſucht Herr Lampadius [k]) die Barometerveränderungen auf folgende Art zu erklären: außer den Bewegungen, welche die Wärme und Kälte durch ihre verſchiedene Ausdehnung der Atmoſphäre hervorbringe, könne man auch die Zerſetzung der Luft, durch irgend eine Urſache, als den Grund ihrer Bewegung anſehen. Wenn z. B. in entfernter Gegend in Nordweſt eine Zerſetzung der Luft vor ſich gehe, und dadurch ein Niederſchlag des Waſſers und Regen bewirkt werde; ſo würden wir Südoſtwind haben, weil nämlich die uns umgebende Luft der Richtung nach Nordweſt folgen werde.

Langſame und anhaltende Regen bewirkten eine langſame Bewegung der Luft nach dem Orte, wo es

i) Neue Ideen über die Meteorologie. aus d. Franz. Zwey Theile. Berlin und Stett. 1787. 8.

k) Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers, deſſen Wirkungen und verſchiedene Verbindungen. Götting. 1793. 8. S. 104.

es regne. Donnerwetter, und überhaupt Schlagregen an von uns entlegenen Orten bewirkten Stürme; und endlich an dem Orte, wo die plötzlichen Zerſetzungen vor ſich giengen, träfen viele gegen einander wirkende Urſachen ein, welche die fürchterlichen Orkane und Wirbelwinde bey Gewittern verurſachten; 1. das Hinzudringen der die Gegend der Zerſetzung umgebenden Luft; 2. Ausdehnung durch das elektriſche Fluidum; 3. Ausdehnung und Zurückprallung durch den dabey entſtandenen Waſſerdampf und deſſen Verdichtung; und 4. das Fallen der ungeheuren Waſſermaſſe. Daß ſich zuweilen die Luft von einem Regenſchauer zu uns bewege, könne zwey Urſachen haben: 1. wenn z. B. in der Mitte einer Beobachtung ein Regengewölk in Weſten ſtehe, und die Luft bewege ſich noch, ehe der Regen den Beobachtungsort erreiche, von Weſteu nach Oſten, ſo könne in entfernter Gegend in Oſten ebenfalls ein Regen fallen, der eben daher die Luft zwinge, der entſtandenen Leere zu folgen; 2. die jenſeits des Gewölks herbeyſtrömende Luft könne durch ihren Stoß die Luft noch einige Zeit dieſſeits des Gewölks bewegen.

Durch die auf dieſe Art erhaltene Bewegung der Luft würden die Wolken ſelbſt mit fortgeriſſen. Wenn wir Nordwind hätten, ſo könnten wir ſchließen, daß die Zerſetzung der Luft an vielen Orten in Süden über die in Norden das Uebergewicht habe. Meteorologiſche Beobachtungen an entfernten Orten mit einander verglichen würden uns hierüber Aufſchluß geben.

Verſchiedene Erſcheinungen ſchienen ihm wirklich dieſe Idee zu beſtätigen; denn oft bemerke man, wenn bey heiterm Himmel und Windſtille die Luft anfange

ſich

ſich zu bewegen, daß ſich in der entgegengeſetzten Richtung des Windes die Luft trübe.

Es ſey hinlänglich bekannt, daß die Barometerveränderungen ſich oft und faſt immer nach den Winden und nach der Stärke derſelben richteten; hievon ſeyen folgende Sätze faſt immer als gewiß anzuſehen, denn ſie gründeten ſich auf Erfahrung:

1. Die Queckſilberſäule erreiche dann ihren höchſten Stand, wenn ſich die Luft ſehr langſam über trokkene Diſtrikte zu uns bewege, und wo die Ausdünſtung am ſchnellſten und einige oder mehrere Tage hinter einander vor ſich gehen könne. Dieß ſey in unſern Gegenden immer der Fall bey kaum merklichen Nord- und Oſtwinden und ſehr heiterer Luft. Hieraus ſcheine zu folgen, daß durch die Ausdünſtung und durch die Verwandlung des Dampfs in Luft die Atmoſphäre vermehrt werde, wenn nämlich die Luft ſich nicht ſchnell wieder fortbewege, und der ungehinderte Prozeß der Ausdünſtung einen großen Diſtrikt umfaßt. Wenn daher die Maſſe des Dunſtkreiſes vermehrt werde, ſo müſſe auch eine größere Menge einen größern Druck auf das Queckſilber im Barometer äußern.

2. Der tiefſte Stand des Barometers trete bey großen Stürmen ein, und wo die Zerſetzungen in der Atmoſphäre entweder über oder unter unſerm Horizont häufig geſchähen.

Aus dieſen beyden Sätzen könne man ſchließen, daß die Zerſetzung der Luft doch hauptſächlich zur Veränderung der atmoſphäriſchen Druckkraft beytrage. Steige das Barometer beym Regen, ſo könne die Zerſetzung der Luft in den obern Schichten ſchon geendigt ſeyn, ohnerachtet es noch aus den Wolken reg-

ne; dann wäre das Barometer ein Vorbote heiterer Witterung.

Dieſer Hypotheſe gemäß läßt es ſich aber nicht erklären, warum unter dem Aequator, wo doch die Ausdünſtung außerordentlich ſtark iſt, mithin die Vermehrung der Luft ſehr groß ſeyn würde, die Barometerveränderung ſo gering iſt.

Eine andere Hypotheſe über die Barometerveränderungen hat Herr Hube [1]) vorgetragen, welche ſich auf ſeine Ausdünſtungstheorie gründet. Er nimmt an, daß durch die mitgetheilte Elektricität die Luft, in welcher viele Waſſerdünſte der zweyten Art hängen, ſehr ausgedehnt werde. Dieſe Urſache aber wirke zwiſchen den Wendekreiſen gar nicht, weil die Luft daſelbſt gar keine oder nur außerordentlich wenig Dünſte der zweyten Art enthalte. Im Gegentheil werde ihre Wirkung gegen die Pole zu nach und nach immer größer, weil die Erdfläche wegen der Kälte immer mehr auf die zweyte Art ausdunſtet, je weiter man ſich von den Wendekreiſen entfernt. Ueber dem mittelländiſchen Meere bleibe das Barometer den Sommer über, nach Volney's Zeugniß, ganz unveränderlich, im Winter aber verändere es ſeine Höhe oft und beträchtlich. Dieſes beweiſe, daß das Mittelmeer im Sommer nur auf die erſte, im Winter aber oft auf die zweyte Art ausdunſtet. Dieſe Urſache ſey zur Erklärung der Barometerveränderungen vollkommen hinreichend. Denn die Luft könne bey 12 Grad Wärme nach Reaumur wahrſcheinlich

1) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre. Leipz. 1790. 8. Kap. 69 70. Deſſelben vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in Briefen. B. II. 37ter Brief.

lich mehr Waſſer, als den dritten Theil ihres Gewichts, auf die zweyte Art auflöſen. Die Dünſte erſtreckten ſich aber in der Atmoſphäre auf eine anſehnliche Höhe, wo die Luft ſehr kalt und auch trockener ſey, als die unſrige zu ſeyn pflegt. Stelle man ſich eine Luftſchicht vor, welche viel niedriger als der Montblanc iſt und nur eine Queckſilberſäule von 9 Zoll Höhe halten kann, und man nähme an, daß alle in der Atmoſphäre zerſtreueten Dünſte bloß in dieſer vereinigt ſeyen, ſo könne dieſelbe gewiß zuweilen einen beträchtlichen Theil ihres Gewichts an Dünſten der zweyten Art enthalten. Nähme man anſtatt des dritten Theils, wegen Kälte der Luft, nur den ſechſten Theil ihres Gewichts an, ſo könne der mittlere Druck der Atmoſphäre, welcher am Ufer des Meers etwa 28 Pariſ. Zoll beträgt, durch die Dünſte etwa um $\frac{1}{18}$ verändert werden. Weil ſelbſt ganz tief in Norden mitten im Sommer die Hitze oft ſehr anſehnlich ſey, ſo gebe es auch daſelbſt Zeiten, wo die Atmoſphäre meiſtentheils nur mit Dünſten der erſten Art angefüllt ſey, beſonders über dem feſten Lande. Stehe folglich alsdann das Barometer auf ſeiner mittleren Höhe, ſo könne es ſich nach und nach etwa um $\frac{1}{18}$ darüber heben, wenn entweder die Feuchtigkeit in der Folge beſtändig auf die zweyte Art verdunſte, oder wenn eine mit Dünſten der zweyten Art ſehr angefüllte Luft durch Winde herbeygeführt werde. Setze ſich aber eine ſolche Luft, in welcher ſehr viel Dünſte der zweyten Art ſind, zuletzt mit der übrigen Atmoſphäre der Erde ins Gleichgewicht, ſo ſtehe das Barometer auf ſeiner mittleren Höhe, und eine ſtarke Elektriſirung der Luft könne daſſelbe durch Mittheilung um $\frac{1}{18}$ erniedrigen, weil ſie die Dünſte der zweyten Art gleichſam in Dünſte der erſten Art verwandele, und alſo

die Luft um $\frac{1}{18}$ leichter mache, ohne die Höhe der Atmoſphäre merklich zu vermehren, weil die erhabene Luft gleichſam nach den Seiten abfließe. Alſo könne die verſchiedene Beſchaffenheit der Dünſte der zweyten Art, nachdem die Luft durch Mittheilung elektriſirt ſey oder nicht, die Höhe des Barometers überhaupt um $\frac{1}{9}$ ändern. Größer ſey aber auch ihre Veränderung, vermöge der Erfahrung, ſelbſt unter dem Polarkreiſe nicht, und dieſe rühre noch zum Theil von den Veränderungen der Wärme her.

Da die Elektriſirung der Atmoſphäre und die Vertheilung der Dünſte auf eine ungleichförmige Art geſchieht, ſo werden bald hier bald da Luftmaſſen plötzlich ausgedehnt, und ſpecifiſch leichter. Dieſe erheben ſich folglich, und es entſtehen Winde oder Stürme auf eine ähnliche Art, wie durch die Wärme. Dieſe Winde fiengen allezeit in der obern Luft an, und das Barometer fange an zu fallen, ſobald eine anſehnliche Menge Luft, welche vorher auf daſſelbe drückte, von oben abgefloſſen iſt. Nach und nach dringe die elektriſche Materie tiefer, das Barometer falle an dem Orte der Elektriſirung immer mehr und mehr, und der Sturm fange auch in der untern Luft an. Zuweilen bleibe auch unten die Luft faſt ruhig, wenn ſie von einer Gegend nach zwey verſchiedenen Richtungen abfließt. Ein ſolcher Sturm gehe immer weiter als die Elektriſirung; er ſtoße ſeitwärts die nicht elektriſirte Luft auf eine anſehnliche Weite mit großer Gewalt fort, und verdichte ſie; daher erhebe ſich hier das Barometer. Zwiſchen einem ſolchen Orte der Verdichtung, und dem der Elektriſirung, wo das Barometer falle, müſſe es alſo einen Ort geben, wo das Barometer weder ſteige noch falle.

Fließe

Fließe nachher die verdichtete Luft wieder zurück, ſo müſſe das Barometer da fallen, wo es vorher geſtiegen, und da ſteigen, wo es vorher gefallen wäre. Daher hebe ſich bey uns oft, wenn die Luft über dem atlantiſchen Meere elektriſirt werde, das Barometer mit warmen Weſtwinden, und falle hernach mit kältern Oſtwinden.

Ferner verliere die Luft die ihr mitgetheilte Elektricität ſo allmählig und unregelmäßig, als ſie ſie empfange. Einzelne Luftmaſſen zögen ſich alsdann bald hier bald da zuſammen, weil die in ihnen noch vorhandenen Dünſte der zweyten Art ihre vorige Geſtalt wieder annähmen; dieſe Maſſen würden eigenthümlich ſchwerer, ſenkten ſich herab, und die Luft von der Seite trete an ihre Stelle. So entſtänden wieder, beſonders in der obern Atmoſphäre, Winde, die nach den Orten hingerichtet ſind, wo dieſe durch den Verluſt der Elektricität bewirkte Verwandlung der Dünſte am ſtärkſten ſey. An dieſen Orten häufe ſich alſo die Luft zuſammen, und das Barometer ſteige.

Ein ſtarkes Fallen des Barometers ſetze mehrentheils eine mitgetheilte Elektricität voraus, und dieſe habe gewöhnlich Winde und Niederſchlagungen der Dünſte, folglich Wolken, Regen und üble Witterung zur Folge. In dieſem Falle gehe die Ausdehnung der Luft allemal vor der Niederſchlagung der Dünſte vorher, und das Barometer falle deßhalb mehrentheils ſchon, ehe ſich noch die geringſte Veränderung der Witterung zeigt. Wenn es hernach wieder ſteige, und das geſchehe oft ſelbſt während des Regens, ſo könne man vermuthen, daß die Luft ihre mitgetheilte Elektricität verliere, alſo eine größere Ziehkraft erhalte,

und in kurzem die Wolken auflöſe, mit einem Worte, daß das Wetter werde gut werden.

Die Nord- und die Nord-Weſtwinde höben das Barometer faſt allezeit, weil ſie uns eine über den kälteſten Meeren mit vielen Dünſten der zweyten Art angefüllte ſchwere Luft zuführten. Oft erwärme ſich dieſe Luft bey uns, und dann hätten wir gewöhnlich gutes Wetter; oft aber ſey ſie ſehr feucht, und erwärme ſich bey uns ſo wenig, daß das Wetter ſchlecht werde.

Der Herr von Buch [n]) glaubte unter andern aus dem Umſtande, daß beym Ausbruche des Veſuvs im Jahr 1794., da alle meteorologiſche Inſtrumente in der größten Unruhe waren, das Barometer aber ganz allein während der 10 Tage des ſtärkſten Ausbruchs unverändert blieb, ſchließen zu dürfen, daß die Barometerveränderungen nicht von dem Zuſtande der Oberfläche unſerer Erde abhangen, ſondern daß ihre Urſache weiter zu ſuchen ſey, und daß ſie gleich den Jahrszeiten, den Tagszeiten, dem Mondlaufe u. ſ. f. kosmiſche Wirkungen ſeyen.

Ein beſtändiges Geſetz in den Veränderungen des Barometerſtandes für unſere ganze nördliche Halbkugel ſcheine es zu ſeyn, daß der Luftdruck im Winter bey weitem veränderlicher als im Sommer ſey, und daß der höchſte und faſt auch der niedrigſte Barometerſtand mitten im Winter, meiſt im Monat Januar, eintrete, wiewohl um die Herbſtnachtgleiche meiſt noch niedrigere Barometerſtände vorkämen. Dieſe Veränderungen im Barometerſtande nähmen ab, ſo wie es wärmer werde, bis mitten im Sommer, ſo daß

n) *De la Metherie* journal de phyſique. T. V. p. 85. ſqq.

daß zwiſchen 70 bis 80 Grad Breite die Winterveränderungen noch mehr als noch ein mal ſo groß, als die Sommerveränderungen des Barometerſtandes zu ſeyn pflegten. Dieſes beweiſe ſehr deutlich die Unabhängigkeit des Barometerſtandes von den Witterungsveränderungen in der untern Atmoſphäre.

Eine zweyte beſtändige und nicht weniger merkwürdige Regel ſey: daß die Barometerveränderungen abnähmen, je mehr man ſich dem Aequator nähere. In der heißen Zone könnten nur die heftigſten Orkane den Barometerſtand um einige Linien ändern, und im ganzen Jahre pflege der größte Unterſchied nicht über 4 Linien zu betragen. Dagegen ändere ſich der Barometerſtand in Petersburg jährlich um 36, oder wenigſtens um 30, und in Prag, Wien und Paris um 20 bis 24 Linien; eine Veränderung, welche in Abſicht der Barometerhöhen in Italien nie ſtatt finde.

Dieſe beyden Geſetze ſeyen zwar ſchon längſt bekannt, allein man ſcheine ſie nicht gehörig beachtet zu haben, ſonſt würde man ſchwerlich die Urſache der Veränderungen des Barometerſtandes in den Verbindungen der Atmoſphäre geſucht haben, und noch immer den täglichen Barometerſtand mit Regen, Wind, Näſſe, Nebel und heiterm Wetter in Parallele ſtellen, wobey man bis jetzt ſeine Zeit umſonſt verloren habe. Man ſolle vielmehr aus dem Barometerſtande und ſeiner Veränderung ſelbſt Regeln zu abſtrahiren ſuchen; ſicher werde uns dieß eher aus dem Dunkel leiten. Als Beyſpiel führt er 18jährige Beobachtungen von Mayer und Kraft in Petersburg an, und bemerkt, daß es wirklich zu verwundern ſey, daß dieſer Gang der Veränderungen am Barometer genau mit dem Gange der Temperatur, nach verkehrter Abhän-

hängigkeit, übereinſtimme. Die Veränderung der Jahrszeiten ſey in dieſer Breite wenig bemerkbar, und ſie folgten ſchnell auf einander. Der Winter allein halte mehrere Monate lang mit unveränderter Stärke an; während deſſelben ſey die mittlere Temperatur der Monate faſt dieſelbe, und auch die Veränderungen im Barometerſtande ſeyen nur wenig verſchieden. Im April und May endige ſich der Winter, die Newa breche auf, der Schnee ſchmelze, und die Temperatur ſteige ſehr ſchnell; eben ſo ſchnell nähmen ſodann die mittleren Barometerveränderungen ab. Im July ſey die Temperatur am größten und die Barometerveränderungen am kleinſten. Der Herbſt fehle, und der Winter folge unmittelbar auf den Sommer, indem die Temperatur von ihrer größten Höhe ſehr ſchnell herabſinke. Dieß bezeuge auch die große Verſchiedenheit der Barometerveränderungen zwiſchen dem Auguſt und September. Dieſe Veränderungen allein hätten uns ſchon belehren können, daß der Ort der Beobachtung nur 2 Monat Sommer, dagegen 9 Monat Winter habe, und daß die Uebergänge beyder Jahrszeiten in einander zwiſchen April und May, und zwiſchen Auguſt und Septemb. fallen. So genau ſeyen die Veränderungen im Barometerſtande an einem Beobachtungsorte den mittleren Temperaturen verkehrt proportional. Und das ſey das dritte allgemeine Geſetz in den Erſcheinungen am Barometer. Zur anderweitigen Beſtätigung deſſelben fügt der Herr von Buch noch 30jährige Beobachtungen in Prag bey.

Aus allen den bisherigen Bemühungen, die Barometerveränderungen auf eine genugthuende Weiſe zu erklären, ſind alſo die Urſachen derſelben bey weitem noch nicht entdeckt, und gehörig ins Licht geſetzt worden.

den. L. Cotte [n]) hat aus ſeinen 30jährigen meteorologiſchen Beobachtungen ſowohl, als auch aus den Beobachtungen mehrerer Societäten in Europa verſchiedene Reſultate mitgetheilt, wovon unter andern folgende Sätze, welche auf die Veränderung des Barometers Bezug haben, zu bemerken ſind:

1. Die großen Veränderungen des Barometers ſind gewöhnlich bey hellem Wetter mit Nordwind, und die kleinen bey trübem, regenhaftem oder windigem Wetter mit Südwind oder einem angrenzenden begleitet.

2. Der Stand des Queckſilbers ändert ſich mehr in den Winter-, als in den Sommermonaten, ſo daß ſein größtes Steigen und ſein tiefſtes Fallen im Winter ſtatt findet, aber ſein mittleres Steigen iſt größer im Sommer, als im Winter.

3. Die Veränderung des Barometerſtandes iſt beynahe Null am Aequator, und wird um deſto größer, je weiter man ſich von da gegen die Pole hin entfernt.

4. Sie beträgt mehr in den Thälern als auf den Gebirgen.

5. Je mehr die Winde veränderlich ſind, um deſto mehr iſt es auch der Stand des Barometers.

6. Er iſt niedriger um Mitternacht und Mittag, als zu andern Stunden des Tages; ſeine größte tägliche Höhe iſt gegen Abend.

7. Zwiſchen 10 und 2 Uhr des Nachts und bey Tage iſt das Steigen und Fallen des Queckſilbers gerin-

n) Journal de phyſique. T. I. an 2. p. 231. in Gren's neuem Journal der Phyſik. B. III. S. 415. u. f.

ringer; das Gegentheil findet zwiſchen 6 und 10 Uhr des Morgens und Abends ſtatt.

8. Zwiſchen 2 und 6 Uhr des Morgens und Abends ſteigt es eben ſo oft, als es fällt, doch ſo, daß es öfter um dieſe Zeit in den Wintermonaten ſteigt, und öfter in den Sommermonaten fällt.

9. Die Oſcillationen ſind geringer im Sommer, größer im Winter, und ſehr groß um die Nachtgleichen.

10. Sie ſind auch größer bey Tage als bey Nacht.

11. Je höher die Sonne über dem Horizont ſteht, deſto geringer ſind die Oſcillationen, ſie nehmen zu, ſo wie ſie ſich dem weſtlichen Horizonte nähert, und ſind ſehr groß, wenn ſie gegen den öſtlichen Horizont kommt.

12. Sie ſind von den Veränderungen der Wärme bis auf einen gewiſſen Punkt unabhängig.

13. Das Queckſilber pflegt vom Neumond zum Vollmond zu ſteigen, und vom Vollmond zum Neumond zu fallen.

14. Es ſteigt mehr im Apogäum, als im Perigäum; es pflegt zu ſteigen vom nördlichen Luniſtitium zum ſüdlichen, und zu fallen vom ſüdlichen Luniſtitium zum nördlichen.

15. Im allgemeinen giebt die Vergleichung der Veränderung des Queckſilbers mit dem Mondspunkt nichts Beſtändiges; die Reſultate von 13 und 14 ſind die beſtändigſten.

16. In unſern Gegenden bleibt das Barometer binnen 24 Stunden nie ohne Veränderung.

17. Die Barometer weſtlicher Gegenden ſteigen oder fallen früher, als die mehr öſtlichen.

18. Wenn die Sonne durch den Meridian geht, ſo pflegt das Queckſilber, wenn es im Fallen iſt, fort zu fallen, und oft wird ſein Fallen beſchleunigt.

19. Wenn um eben dieſe Zeit das Queckſilber im Steigen iſt, ſo fällt es, oder es bleibt ſtehen, oder es ſteigt auch langſamer.

20. Wenn endlich unter eben dieſem Umſtande das Queckſilber im Stillſtande begriffen iſt, ſo fällt es; wenigſtens wenn es nicht vor oder nach dem Stillſtehen im Steigen begriffen geweſen iſt.

21. Die erwähnten Veränderungen finden gewöhnlich von 11 Uhr des Morgens bis 1 Uhr des Nachmittags ſtatt; aber öfter Vormittags, als Nachmittags.

22. Vor den hohen Fluthen geht faſt immer ein ſtarkes Falles des Queckſilbers vorher, es trifft häufiger im Vollmonde, als im Neumonde ein.

Aus dieſen Sätzen hat man geſchloſſen, daß man mit allem Rechte die Barometerveränderungen in regelmäßige oder tägliche, und in unregelmäßige eintheilen könne. Bey den regelmäßigen ſcheint der Stand der Sonne und des Mondes einen großen Einfluß zu haben. Schon hatte Steiglehner o) bemerkt, daß das ſtärkſte Fallen des Queckſilbers im Barometer an weſtlichen Orten früher, an öſtlichen ſpäter eintrete, und daß der Unterſchied der Zeit dem Unterſchiede der Meridiane faſt proportional ſey. Selbſt Planer zu Erfurt fand aus genauen Beobachtungen, die er ein ganzes Jahr ununterbrochen fortgeſetzt hatte, daß gewöhnlich das Barometer zwi-

ſchen

o) Atmoſphaerae preſſio varia obſervationibus baroſcopicis propriis et alienis quaeſita. Ingolſt. 1783. 4.

ſchen 10 und 2 Uhr des Nachts im Steigen geringer, im Fallen größer ſey, das Gegentheil aber zwiſchen 6 und 10 Uhr des Abends und Morgens ſtatt finde. Auch Hemmer p) beobachtete zu Mittage und Mitternacht ein Fallen des Queckſilbers, oder doch wenigſtens eine Neigung dazu. Dieſer ſtellte vorzüglich mit allen im 5ten Bande der Mannheimer meteorologiſchen Beobachtungen eine Vergleichung an, und fand von 446 Durchgängen der Sonne durch den Meridian bey Tage oder Nacht, daß in 439 Fällen die Regel ſtatt fand: daß das Queckſilber, welches im Fallen war, gegen Mittag und gegen Mitternacht ſtärker fiel, das im Steigen begriffene langſamer ſtieg, und das im Stillſtand begriffene fiel. Er konnte die Urſache dieſer Veränderung in nichts weiter finden, als im Stande der Sonne.

Ueber die täglichen Barometerveränderungen hat Herr Duc la Chapelle q) eigene Beobachtungen angeſtellt. Das Barometer, das hiezu gebraucht ward, zeichnete ſich durch eine eigenthümliche Einrichtung des Fadenmikrometers zur Beſtimmung der Höhe des Queckſilbers aus. An dieſem waren nicht nur auf der vordern, ſondern auch auf der hintern Seite der Barometerröhre Haare gezogen, welche mit einander correſpondirten. Das Steigen und Fallen des Queckſilbers konnte er aus der Höhe der ſphäriſchen Queckſilberfläche leicht wahrnehmen; ſtieg es, ſo betrug die Höhe derſelben 2 Millimeter; war die Höhe derſelben hingegen nur 1 Millimeter, ſo ſank das Barome-

p) Hiſtor. et comment. Acad. Theodoro-Palatinae. Vol. VI. phyſ. Mannh. 1790. 4. p. 50. ſqq. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. II. S. 218. f.

q) Bulletin des ſciences. An 7. N. 21. p. 162.

rometer. So fand er, daß um 7 Uhr des Morgens das Queckſilber täglich ſteige, um $2\frac{1}{2}$ Uhr des Nachmittags hingegen ſinke, um $10\frac{1}{2}$ Uhr des Abends wieder ſteige, und, wie man aus einigen Beobachtungen ſchließen könne, nach Mitternacht wiederum ſinke. Er glaubt, daß dieſe Veränderungen dem veränderten Wärme- und Feuchtigkeitszuſtande, der Anziehung der Sonne auf die Atmoſphäre zugeſchrieben werden müſſe. Unter 230 Beobachtungen waren nur 21 widerſprechend, und 24 unbeſtimmt, und immer nur an Tagen von großen Witterungsveränderungen. Die Veränderungen am Abende waren regelmäßiger.

Verſchiedene Naturforſcher hatten ſchon behauptet, daß auch der Einfluß der Sonne und des Mondes Antheil an den Barometerveränderungen habe. Um nun die Größe der Ebbe und Fluth in der Atmoſphäre zwiſchen der Zone von 1° nördlicher bis 1° ſüdlicher Breite zu entdecken, hatte de Lamanon [r]) ſtündliche Barometerbeobachtungen angeſtellt. Er bediente ſich hiezu auf dem feſten Lande eines von Fortin zu Paris verfertigten Barometers, woran $\frac{1}{50}$ Linie Variation im Queckſilberſtande bemerkbar war, und zur See eines Nairne'ſchen Schiffsbarometers, ſo wie es Cook in ſeiner Reiſe beſchreibt, an welchem ſich mit Hülfe eines Nonius der Barometerſtand bis auf $\frac{1}{10}$ Linie beſtimmen ließ.

De Lamanon beobachtete den Barometerſtand während der Reiſe dreymal, beym Aufgange, bey der Culmination und beym Untergange der Sonne. Dabey bemerkte er von 10° 2′ nördlicher bis 1° 17′ ſüdlicher Breite einen regelmäßigen Gang in den Verände

r) Voyage de la Peyrouſe. Tom. IV. p. 253. 256. ſqq.

änderungen der Queckſilberſäule. Immer war ſie zu Mittage am größten, nahm dann bis an den Abend ab, und ſtieg wieder die Nacht über.

Am 28 Septemb. unter 1° 17′ nördl. Breite fieng er vor Tagesanbruch ſeine ſtündlichen Beobachtungen an, und ſetzte ſie mit Beyhülfe Monges's bis zum 1. Octob. 6 Uhr Morgens ununterbrochen fort. Jedesmal wurde zugleich der Stand eines Thermometers, das im Freyen hieng, ferner des am Barometer befeſtigten Thermometers und eines Haarhygrometers beobachtet, und die Richtung, in welcher das Schiff ſeegelte, die Geſchwindigkeit und die Richtung deſſelben bemerkt.

Die Reſultate dieſer Beobachtungen ſchienen ihm ſehr intereſſant. Das Barometer ſtieg 6 Stunden lang und fiel wieder während 6 Stunden ſtets abwechſelnd, wie folgende aus ſeinen Beobachtungen gezogene Tabelle zeigt:

den 28 Sept.	4 Uhr	Morg.	bis	10 U.	M.	ſtieg d. Barom.	um 1,9‴
	10 -	-	-	4 -	Ab.	fiel -	- 1,2
	4 -	Ab.	-	10 -	Ab.	ſtieg -	- 0,9
29 Sept.	10 -	Ab.	-	4 -	M.	fiel -	- 1,3
	4 -	M.	-	10 -	M.	ſtieg -	- 1,5
	10 -	M.	-	4 -	Ab.	fiel -	- 1,3
	4 -	Ab.	-	10 -	Ab.	ſtieg -	- 1
30 Sept.	10 -	Ab.	-	4 -	M.	fiel -	- 0,7
	4 -	M.	-	10 -	M.	ſtieg -	- 1,4
	10 -	M.	-	4 -	Ab.	fiel -	- 1,4
	4 -	Ab.	-	10 -	Ab.	ſtieg -	- 1
1 Octob.	10 -	Ab.	-	4 -	M.	fiel -	- 0,8

Hieraus zieht de Lamanon den Schluß, daß die atmoſphäriſche Ebbe und Fluth unter dem Aequator das Barometer etwa 1,2 engliſche Linien im Mittel variiren mache. Dieß würde nach der Voraus-

ſetzung,

ſetzung, wenn die Atmoſphäre allenthalben die Dichtigkeit an der Erde hätte, eine Erhöhung und eine Erniedrigung in der Atmoſphäre von etwa 100 Fuß vorausſetzen. Noch bemerkt er, daß dieſe Beobachtungen hinreichend beweiſen, daß die Meteorologen dem Monde einen viel zu großen Einfluß auf die Erdatmoſphäre zuzuſchreiben pflegten, wie dieß auch la Place mathematiſch bewieſen habe. Indeſſen würde es auch nicht minder Unrecht ſeyn, dem Monde gar keinen Einfluß auf den Dunſtkreis einräumen zu wollen. Denn da er im Barometerſtande Veränderungen von 1,3 Linien erzeuge, ſo müſſe er gewiß auf die Atmoſphäre einwirken, und merkbare Revolutionen in ihr hervorbringen können.

Luftpumpe und Elaſticität der Luft.

In Deutſchland waren zwar bisher die Luftpumpen mit Hähnen beſtändig im Gebrauche; allein da Smeaton ſeine Pumpe mit Ventilen ſo eingerichtet hatte, daß ſie auch als Compreſſionsmaſchine gebraucht werden konnte, ſo ſind von dieſer Zeit an auch dieſe Art von Pumpen in Deutſchland üblich geworden. Die Smeaton'ſche Luftpumpe hat nach der Zeit verſchiedene Verbeſſerungen erhalten. Nach den von Nairne und Blunt angebrachten iſt ſie von Lichtenberg [s]) beſchrieben. Statt der Blaſe iſt zu den Ventilen ein angeſchraubtes Stück Wachstaffent mit 4 Zipfeln angewendet worden. Der Kolben beſteht aus zwey Stücken, deren unteres gerade durchbohrt, und mit dem Ventile bedeckt, das obere aber ſchief durchbohrt iſt. Beyde ſind durch zwiſchenliegendes

s) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. Gött. 1794. Nach der Vorrede.

des Leder am Rande feſt verbunden; in der Mitte aber laſſen ſie zwiſchen ſich einen kleinen Raum, damit ſich das Ventil heben könne.

Bey allen dieſen angebrachten Verbeſſerungen behält dieſe Luftpumpe doch noch den Fehler, daß die Verdünnung der Luft nur bis auf eine gewiſſe Grenze ſtatt finden kann, wenn nämlich die verdünnte Luft nicht Kraft genug mehr hat, das Ventil zu öffnen. Um aber auch dieſen zu vermeiden, haben die Herren Hurter und Haas ein Pedal mit eigenen Vorrichtungen am Boden des Stiefels angebracht, womit das Bodenventil durch Treten geöffnet, und der auch noch ſo ſtark verdünnten Luft der freye Durchgang verſtattet wird. Beſchreibungen hievon geben Cavallo [t]) und Lichtenberg [u]). Die Einrichtung des Herrn Haas iſt einfacher, als die des Herrn Hurter. Indeſſen bemerkt doch Lichtenberg, daß ſie die gehoffte Wirkung nicht thue, wofern nicht durch die beyden noch übrigen Ventile der Luft ein eben ſo freyer Durchgang verſchafft werde.

Da alle bisherige Bemühungen, die Luftpumpen, ſowohl mit Hähnen als Ventilen, dem Zwecke vollkommen entſprechend zu verfertigen, fruchtlos waren, ſo gab in Holland Johann Cuthbertſon [x]) eine eigene Vorrichtung an, bey der er alle Fehler vermieden zu haben glaubte. Das Weſentlichſte derſelben beſteht in folgenden.

Ueber

t) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXII. for 1783. P. II. p. 435. ſqq.
u) Magazin für das Neueſte aus d. Phyſ. und Naturg. B. III. St. 1. S. 97. f.
x) Beſchreibung einer verbeſſerten Luftpumpe a. d. Engl. überſ. in den Sammlungen zur Phyſ. und Naturgeſch. B. IV. St. 1. u. 2. Leipz. 1788. 8. S. 83. f.

Ueber dem Cylinder (fig. 21.) ab befindet ſich eine Lederbüchſe c, durch welche die Stange des Stempels luftdicht hindurchgeht, und über ſelbiger noch ein Gefäß d mit Oel. Auch n iſt eine Oelbüchſe, welche das Oel aufnimmt, das mit der Luft beym Zurückzuge des Stempels durch den Kanal qq getrieben wird. Iſt dieſe Büchſe voll Oel, ſo geht es in das Gefäß d durch den Kanal m über; op iſt ein Drath, welcher dient, den Kanal qq als Stöpſel luftdicht zu verſchließen. Die durch den Kanal qq getriebene Luft ſtößt ihn in die Höhe, worauf er alsdann durch ſein eigenes Gewicht wieder herabfällt, und die Oeffnung des Kanals verſchließt. Ein Paar Stückchen Metall erhalten ihn in der gehörigen Richtung. Dieſe Vorrichtung vertritt die Stelle des ſonſt gewöhnlichen Ventils im Deckel des Cylinders.

Im Boden des Stiefels iſt in der Mitte ein Loch durchgebohrt, um Gemeinſchaft des Stiefels mit dem innern Raum der Glocke durch den Kanal r zu erhalten. Dieſe Communikation wird durch folgende Einrichtung unterbrochen. Die Stange ee des Stempels iſt hohl, und enthält die dünnere Stange fg, an deren unterm Ende ein langer Stift kl iſt, welcher bey l einen Querſtift beſitzt, der breiter als die engſte Oeffnung des im Boden eingebohrten Lochs iſt. Dieſe Stange fg geht durch eine Lederhülſe im mittleren Theile des Stempels, und läßt ſich darin luftdicht hin und her ſchieben. Wird nun der Kolben in die Höhe gezogen, ſo verſtattet der Querſtift unten bey l, die Stange fg nur bis zu einer gewiſſen Höhe mitzunehmen; alsdann hat der Cylinder mit der Glocke durch die Röhre r Gemeinſchaft, mithin kann

die Luft unter der Glocke in den Cylinder treten. Wird hiernächſt der Stempel wieder niedergedruckt, ſo nimmt die in den Cylinder getretene Luft einen Ausweg durch den Stempel, deſſen Einrichtung gleich beſchrieben werden ſoll; zugleich wird bey dieſem Zurückzuge des Kolbens die Stange g f niedergeſtoßen, ſo daß ihr Ende bey k die Oeffnung im Boden verſchließt, und daher die Communikation des Cylinders mit der Glocke aufhebt.

Der Stempel beſteht aus zwey Stücken, einem äußern und einem mittleren. Das mittlere, an welchem die Zugſtange ſitzt, iſt koniſch, und hat an der untern breitern Fläche einen hervorragenden Rand. Das äußere Stück iſt genau nach der Form des mittleren und ſeines Randes ausgehöhlt. Wird nun der Stempel aufgezogen, ſo ſchließt das mittlere Stück genau in die Höhlung des äußern, und es kann daher keine Luft von oben hinein in den Cylinder dringen; wird er aber niedergeſtoßen, ſo begiebt ſich das mittlere Stück aus dem äußern heraus, ſo weit es der etwas hervorragende Rand h h erlaubt, und nun iſt der Luft im Cylinder der freye Durchgang durch den Kolben verſtattet.

Dieſe Einrichtung, ſo ſinnreich ſie auch iſt, läßt doch immer noch bey jedem Kolbenzuge etwas Luft zurück, indem der Kolben oben nicht genau anpaßt, und die daſelbſt befindliche Luft den Drath op in die Höhe ſtoßen muß. Es wird daher die Verdünnung der Luft auch hier nur bis zu einer gewiſſen Grenze gehen können, wenn nämlich die über dem Kolben zurückgebliebene Luft nicht mehr vermögend iſt, den Drath po aufzuſtoßen. Ueberdem erfordert dieſe Luftpumpe, beſonders was die Einrichtung des

Stem-

Stempels betrifft, eine ſolche genaue Bearbeitung, die von den ausübenden Mechanikern nicht allemal erwartet werden kann. Ueberhaupt bleibt es, ſo wie bey allen Maſchinen, alſo auch hier, ein Grundſatz der ausübenden Mechanik, daß diejenige Einrichtung, welche einfach, mithin aus ſo wenigen Theilen als möglich zuſammengeſetzt iſt, die vollkommenſte und dauerhafteſte iſt.

Herr Schrader [y]) in Kiel hat durch Anwendung der gewöhnlichen Büchſenventile, wobey alles durch äußere Kräfte bewegt wird, den bekannten Fehlern an der Luftpumpe abzuhelfen geſucht. Die Verbeſſerung brachte er an einer Smeatonſchen Luftpumpe an, welche er ſo eingerichtet hatte, daß ſie bloß ſowohl beym Auf- als beym Niederwinden des Stempels zur Verdünnung diente, die Veranſtaltung zum Comprimiren aber gänzlich wegfiel.

Der Stiefel iſt 22 Zoll lang und hat 3 Zoll im Durchmeſſer. Der Stempel (fig. 22.) c iſt nicht durchbohrt. Auf der Breite der gezahnten Kolbenſtange ſind Stifte immer 3 Zoll weit von einander aufgeſetzt, welche in der Figur mit Punkten bezeichnet ſind. Dieſe Stifte dienen, den 12 Zoll langen Hebel g gleichſam ſtoßweiſe niederzudrucken. Zu dieſer Abſicht iſt er um ſeinen Ruhepunkt h beweglich, den er an einer von den Säulen hat, die den Teller tragen. Von dieſem Hebel g geht eine Schnur über zwey Rollen herab, wie es die Figur zeigt. Nicht weit

y) Beſchreibung einer neuen und vollkommenern Einrichtung der Luftpumpe. Flensburg und Leipz. 1791. 8. im Auszuge in Grens Journ. d. Phyſ. B. III. S. 357. f.

weit vom untern Boden des Cylinders befindet ſich ſeitwärts ein metallenes Kegelventil; die Spitze des Kegels iſt gegen den Cylinder gekehrt, und auf der Baſis deſſelben iſt ein Drath eingeſchraubt, an deſſen Ende der von dem Hebel g über die beyden Rollen herabgehende Faden befeſtigt iſt. Uebrigens wird der Kegel von einer in der 4 Zoll langen und 1 Zoll breiten Röhre p befindlichen Spiralfeder, welche ſich gegen den angeſchraubten Deckel ſtemmt, in die Oeffnung des Ventils gepreßt. Wenn folglich beym Niederwinden des Stempels der Hebel g niedergedruckt wird, ſo öffnet ſich dadurch das Ventil, durch welches die Luft aus dem Cylinder in das Freye geht.

Die obere Oeffnung des Cylinders iſt verſchloſſen, und die Kolbenſtange geht bey d in ledernen Scheiben. Auf dem Deckel iſt ein Ventil f angebracht, welches dem bey p vollkommen gleich iſt. Von dem Drathe dieſes Kegels geht eine Schnur bis an das vordere Ende eines Hebels i hinauf, der ſeinen Ruhepunkt dicht unter dem Kaſten, in welchem das Getriebe zur Bewegung der gezahnten Stange befindlich iſt, in x hat, und an ſeinem äußerſten Ende von Stiften ergriffen wird, welche auf der Hinterſeite der Stange aufgeſetzt ſind. Wenn folglich der Stempel in die Höhe gezogen wird, und die Stifte der Stange den Hebel i ergreifen, ſo hebt ſich dieſer und mit ihm zugleich der Kegel des Ventils; daher die Luft in dem Cylinder über dem Kolben einen freyen Ausweg findet. Damit aber dieſer Hebel beym Niederwinden des Stempels nicht wieder ergriffen werde, hat er in der Mitte bey i ein Gelenke, ſo daß blos der vordere Theil des Hebels niedergedruckt, und eine unten befindliche Feder ihn wieder in ſeine vorige

Lage

Lage verſetzt, der hintere Theil hingegen auf einer Unterlage horizontal erhalten wird.

An der andern Seite des Cylinders iſt ein drittes Ventil angebracht, ſo daß die Oeffnung deſſelben von der innern Deckelwand des Cylinders genau ſo weit entfernt iſt, als die Höhe des Kolbens ausmacht. Bey dieſem Ventile iſt die Grundfläche des Kegels gegen den Cylinder gerichtet, und die kleine Röhre k inwendig genau ausgebohrt und geſchliffen, damit ein kleiner Stempel darin vollkommen anſchließe. Das Stück Meſſing, in welches der Kegel paßt, iſt aufwärts vertikal durchbohrt, ſo daß beym aufgeſtoßenen Kegel eine Verbindung des Cylinders mit dieſem durchbohrten Kanal ſtatt findet. Auf dieſes Stück läßt ſich eine Röhre aufſchrauben, die mithin eine Gemeinſchaft mit dem Cylinder haben kann. In die Spitze des Kegels iſt eine kleine metallene Stange eingeſchraubt, an welcher der kleine Kolben befeſtigt iſt, der in der Röhre k genau anſchließt, und vermittelſt des Knopfes l hin und her bewegt werden kann. An dieſen kleinen Kolben ſtemmt ſich auch die in der Röhre k befindliche Spiralfeder, wenn ſie das Ventil aufſtößt, welches ſonſt von jener im ruhigen Stande angezogen wird. Am Ende dieſer Röhre k befinden ſich noch ein Paar lederne Scheiben, durch welche die kleine metallene Stange hindurch geht, und welche vorzüglich dazu dienen, daß die äußere Luft auf den kleinen Kolben nicht drücken und den Kegel wieder aufſtoßen könne. Uebrigens müſſen bey allen Ventilen die Grundflächen der Kegel mit der inwendigen Seite des Cylinders genau zuſammenfallen, ſo daß ſie einerley Fläche mit derſelben bilden, und keine Erhöhung oder Vertiefung entſtehe.

Wenn der Stempel aufgewunden wird, und vollkommen an den Deckel des Cylinders anſchließt, ſo wird ſogleich eine Gemeinſchaft mit dem innern Raum der Glocke und des Cylinders entſtehen, ſobald der Knopf l des obern Seitenventils hineinwärts gedruckt wird; mithin kann nun die Luft aus der Glocke in den Cylinder treten. Dieſe Gemeinſchaft wird aber nach Aufhebung des Drucks an dem Knopfe l aufgehoben. Beym Herabwinden des Stempels ergreifen alsdann die Stifte an der Zahnſtange den Hebel g, wodurch das Ventil bey p ſtoßweiſe geöffnet wird, ſo daß die unter dem Kolben befindliche Luft einen Ausweg findet. Während dieſes Herabwindens iſt über dem Kolben im Cylinder ein leerer Raum entſtanden; öffnet man alſo wiederum das Seitenventil bey k, ſo geht von neuem Luft aus der Glocke in den Cylinder über. Wenn hiernächſt das Aufwinden des Stempels zum zweytenmale erfolgt, ſo ergreifen die Stifte an der Hinterſeite der Zahnſtange den Hebel i, wodurch das Ventil oben bey f ſich öffnet, und der über dem Kolben befindlichen Luft einen Ausweg verſchafft.

Herr Schrader verſichert, daß dieſe Luftpumpe der gehofften Wirkung ein völliges Genüge geleiſtet habe.

Herr Wrede [z]) hat eine andere Einrichtung der Luftpumpe angegeben, bey welcher ſtatt des ſonſt gewöhnlichen Hahns und Ventils eine ſo genannte Rohrwalze gebraucht wird. Dieſe beſteht in einer metal-

z) Berliniſches Journal für Aufklärung B. VII. St. 1. April 1790. im Auszuge im Gothaiſchen Magazin. B. VII. St. 1. S. 117. f.

metallenen Scheibe, welche in ihrem Innern zwey ovale Gruben hat, die mittelſt eines halbcirkelförmigen Kanals mit einander verbunden ſind. Dieſer Kanal ertheilt, je nachdem er ſo oder anders gelegt wird, bald Gemeinſchaft, bald Hemmung derſelben zwiſchen Glocke und Stiefel. In eben dieſer Rohrwalze befindet ſich außer den Gruben noch ein ganz hindurchgehendes Loch, welches um 45° von der einen Grube entfernt iſt, und dazu dient, daß der inwendige Raum des Stiefels mit der freyen Luft Gemeinſchaft haben kann. Der Stiefel ſelbſt ſteht vertikal unter der Mitte des Tellers, und in der Röhre, welche zwiſchen ihm und dem Teller ſich befindet, liegt die Rohrwalze. Ihr Spiel wird mittelſt eines mehrmals gebrochenen Hebels bewirkt, deſſen eines Ende an ein Steigrad angebracht iſt, das zu gleicher Zeit herumgedreht wird, wenn die Kurbel die Kolbenſtange aus dem Stiefel zieht, und ſolche wieder hineintreibt. Der zunächſt am Kolben befindliche Theil der Kolbenſtange iſt bis auf eine gewiſſe Länge, die der des Stiefels gleich iſt, bloß prismatiſch; alsdann aber iſt ein Rahmen in Geſtalt eines Rechtecks an ihr befeſtigt, von welchem die langen Seiten an ihren innern Theilen, wie bey einer Fuhrmannswinde, gezahnt ſind. Durch dieſen Rahmen geht die Axe der Kurbel, an welcher ein Schlüſſelrad, oder ein Kreisbogen von 145° befeſtigt iſt, auf deſſen Stirne Zähne ſtehen, welche zwiſchen die Zähne des Rahmens eingreifen, und bey ihrer Bewegung den Kolben auf- und niederziehen. An dem der Kurbel entgegengeſetzten Ende befindet ſich das oberwähnte Steigrad, die Kolbenſtange tritt an der Seite, die in das Innere des Stiefels geht, etwas aus den Kolben hervor, und bewirkt dadurch, daß der Raum

 in

in der Leitröhre zwiſchen der Oeffnung der Rohrwalze und dem Stiefel zu der Zeit völlig angefüllt wird, da der Kolben in den Stiefel zurückgetrieben iſt. Durch dieſe Einrichtung wird aller Raum vermieden, in welchem die Luft ſich aufhalten könnte, die bey Ausziehung des Kolbens wieder in die Glocke zurücktreten würde. Um mit dieſer Luftpumpe die Luft ſowohl zu verdünnen, als zu verdichten, iſt weiter nichts nöthig, als die Kurbel bald nach dieſer, bald nach jener Richtung zu drehen. Auch kann man durch ein ſolches bloß umgekehrtes Drehen, ohne einen Hahn zu gebrauchen, ſogleich wieder Luft unter die Glocke laſſen.

Herr S. J. W. Reiſer[a]) zu Mühlhauſen hat nach ſeinem Berichte die Luftpumpe des Herrn Cuthbertſon zu verbeſſern und einfacher einzurichten geſucht. Allein im Ganzen iſt von der Cuthbertſon'ſchen Anordnung wenig beybehalten worden. Die Reiſerſche Luftpumpe iſt eine doppelte, bey welcher es vorzüglich auf den Mechanismus ankommt, das Bodenventil zu öffnen. An dieſer Luftpumpe ſind ſowohl die metallenen Stangen, welche in die Oeffnungen einfallen, als auch der Kegel im Kolben, ganz weggelaſſen, und ſtatt derſelben im Boden und im Kolben Kegelventile angebracht. Das koniſche meſſingene Ventil (fig. 23.) ab im Kolben beſitzt ein Stielchen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge, welches das Ventil auf die Seite zu fallen verhindert, indem es ſelbſt in der Höhlung ſteht, die nur ſo weit iſt, daß es ſich frey auf=

a) Nachricht von einigen Vorrichtungen bey phyſikaliſchen Experimenten, beſonders von einer beſſern Luftpumpe, als die bisherigen. Baſel 1790. 8. im Auszuge im Gothaiſchen Magazin. B. VII. St. 2. S. 49. f.

auf- und unterwärts bewegen kann. Die Stempel der beyden Stiefel paſſen übrigens äußerſt genau auf den Boden, und laſſen keinen Raum, wie bey der Cuthbertſonſchen (außer einem kleinen Raume, welchen die $\frac{1}{4}$ Linie überſtehenden Leder an der untern Platte des Stiefels verurſachen, welcher aber kaum $\frac{1}{2}$ Linie dick iſt). Auch kann keine Luft, wenn ſie einmal über dem Stempel iſt, wieder nach dem Boden kommen, was bey der Cuthbertſonſchen unvermeidlich iſt. Die Cylinder ſind oben nicht geſchloſſen, und die Stempel tragen daher beym Aufwinden das ganze Gewicht der Atmoſphäre. Herr Reiſer aber glaubt, daß dieß der Cuthbertſon'ſchen Luftpumpe keinen Vorzug gebe, weil der Druck der Luft kaum ſo viel betragen könne, als das Reiben der Lederbüchſen an den Stangen. Außerdem werde dadurch das Hinabſtoßen der Kolben erleichtert, und ein Stempel erſetze dem andern dieſen Aufwand an Kraft.

Damit das Bodenventil dc auch bey dem äußerſt verdünnten Grade der Luft ſich noch heben müſſe, iſt unter jedem Stiefel eine meſſingene Büchſe tmou mit Schrauben befeſtigt. In der Büchſe iſt ein kleiner gabelförmiger Hebel tu angebracht, welcher in das Stempelchen des Ventils bey o eingreift. An dieſem Hebel iſt ein Wellbaum, der durch die mit Leder ausgekleidete meſſingene kleine Büchſe te geht. Bey e iſt wieder ein Hebel ef und fi an den Wellbaum eingeſteckt. Hier iſt ein anderer Hebel iQ, welcher in ſeinem Ruhepunkte S durch einen Stift an das Bret der Maſchine befeſtigt iſt. Von dem Ende Q geht durch den hölzernen Pfeiler der Maſchine ein metallenes Stempelchen, welches

unten bey Q mit iQ durch ein Gewebe verbunden iſt. Oben greift dieſes Stempelchen wieder in einen Hebel, der auch in der Mitte einen Stift hat, und von zwey Stahlfedern auf- und niedergedruckt wird; das andere Ende dieſes Hebels paßt in eine in die gezahnte Stange gefeilte Vertiefung.

Wird nun der Stempel durch Hülfe der gezahnten Stange in die Höhe gewunden, ſo muß das Ende dieſes Hebels aus der Vertiefung der gezahnten Stange heraus; die Stange glitſcht an ihm hinauf, druckt alſo das andere Ende des Hebels, und hiermit zugleich das durch den Pfeiler hinuntergehende Stempelchen niederwärts; dieſes wirkt vermittelſt des Hebels Qi durch die Lederbüchſe te auf den daſelbſt befindlichen gabelförmigen Hebel du, und hebt das Ventil c in die Höhe. In dem andern Stiefel geſchieht gerade das Gegentheil, und ſo öffnen und ſchließen ſich die Ventile mit Gewalt wechſelsweiſe. Damit die Leder in der Büchſe te feucht bleiben, hat Herr Reiſer oben an dem Theile, welcher an der großen Büchſe außerhalb vorſteht, ein kleines Loch bohren laſſen, durch welches man zuweilen einen Tropfen Oel hineinfallen läßt.

Alle bisher beſchriebene Abänderungen der Luftpumpe von der erſten Erfindung ſind zwar ſehr ſinnreich, aber auch ſehr zuſammengeſetzt und deßwegen koſtbar, und öfters Reparaturen unterworfen. Unſtreitig bleiben die Luftpumpen mit Hähnen die einfachſten und dauerhafteſten Werkzeuge dieſer Art; alles kömmt dabey nur darauf an, den ſo genannten ſchädlichen Raum entweder ganz zu vermeiden, oder ihn doch wenigſtens ſo gering als möglich zu laſſen. Vorſchläge für das erſtere hat bereits Lichten-

tenberg [b]) gethan, den Hähnen aber eine andere Stelle, als ſonſt, angewieſen. In dem ſtarken Deckel (fig. 24.) aa des Stiefels b werden die beyden koniſchen Zapfen c und l genau eingeſchliffen, ſo daß ſie die Oeffnungen im Stiefel und die Röhre R und n völlig verſchließen. Die Hälſe dieſer Zapfen ſind mit Schraubengängen verſehen, welche in Schraubenmuttern paſſen, die am Deckel des Cylinders befindlich ſind. Werden nun dieſe Zapfen durch Hülfe der Schlüſſel g und h gedreht, ſo ſchrauben ſie ſich ein wenig in die Höhe, wodurch die Verbindungen zwiſchen dem Stiefel und den Röhren R und n geöffnet werden, deren erſte unter die Glocke, die letztere in die freye Luft geht. Wird hiernächſt der Stempel aufgezogen, und zuerſt der Hahn c geöffnet, ſo tritt die Luft aus der Glocke in den Stiefel. Darauf verſchließt man den Hahn c, und öffnet den andern l, wodurch beym Einſtoßen des Stempels die Luft aus dem Cylinder durch den Kanal n in die freye Luft geht. Wenn der Stempel an den Boden des Stiefels genau anſchließt, und die Hähne c und l in der innern Fläche des Deckels keine Vertiefungen oder Erhöhungen machen, ſo iſt dadurch der ſchädliche Raum gänzlich vermieden. Der größere Hahn c ſteht zu beſſerer Abhaltung der äußern Luft in der Lederbüchſe e, welche bey dem Hahne l nicht nöthig iſt. Man ſieht übrigens leicht, daß auch dieſe Einrichtung zur Verdichtung der Luft dient, wenn mit der Stellung der Hähne auf die entgegengeſetzte Art abgewechſelt wird.

Eine

b) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturg. B. III. St. 3. S. 107. f.

Eine andere ſehr einfache Einrichtung einer Luftpumpe mit Hähnen hat der Herr van Marum c) angeführt, durch welche man ſehr ſchnell einen merklich großen Raum luftleer machen, und dieſelbe auch zum Comprimiren gebrauchen kann. Der Cylinder dieſer Maſchine iſt 25 Zoll hoch und $3\frac{1}{2}$ Zoll weit, und ſteht vertikal. Der Stempel wird an der gezahnten Stange durch ein Getriebe mittelſt eines Kreuzhaspels auf- und niedergewunden. Die vertikale Stellung des Cylinders hat dem Herrn van Marum den Vortheil verſchafft, den Hahn, welcher ſonſt gewöhnlich mit der Hand gedreht werden muß, mittelſt des Fußes durch eine eigene Vorrichtung zu drehen. Ueber dem vordern Theile des Hahns (fig. 25.) wird eine Stange ab von 6 Zoll Länge angebracht und auf ſelbige ein dreyarmiges metallenes Stück befeſtigt, deſſen Figur aus der fig. 26. deutlich erhellt. Wenn (fig. 25.) ab vertikal ſteht, ſo macht alsdann der Hahn mit dem innern Raume der Glocke eine Verbindung, und der Stempel kann nun in die Höhe gewunden werden. Hierauf wird der Hahn auf folgende Art verſchloſſen: man ſtemmt den Fuß gegen den Arm c, und dreht hiemit den Hahn gegen die Rechte zu. Der Arm d (fig. 26.) berührt den Boden der Maſchine, wenn der Hahn um den vierten Theil ſeines Umkreiſes gedreht worden iſt, in welchem Falle alsdann der Hahn mit der äußern Luft in Verbindung ſteht, und folglich durch Einwinden des Stempels die aus der Glocke ausgepumpte Luft fortgeſchafft werden kann. Sobald nun der Stempel den Boden der Pumpe erreicht hat, dreht man

c) Deſcription des quelques appareils chemiques nouveaux ou perfectionnés de la fondation Teylerienne et des expériences faites avec ces appareils. à Haarlem 1798. 4.

man den Hahn mittelſt des Fußes wieder in die vorige vertikale Stellung. Damit aber der Hahn nicht weiter, als bis zur vertikalen Stellung gehen könne, iſt oben an der Stange (fig. 25.) ab und an der Grundfläche der Maſchine eine metallene Kette befeſtigt. Dieſe beſchriebene Bewegung des Hahns mit dem Fuße iſt ſo leicht auszuüben, daß derjenige, welcher die Pumpe dreht, in ſehr kurzer Zeit eine ſolche Geſchwindigkeit darin erlangen kann, daß der Experimentator gar keine Aufmerkſamkeit mehr darauf zu richten hat.

Eine andere Verbeſſerung, welche Herr van Marum an den gewöhnlichen Luftpumpen gemacht hat, beſteht darin, daß der Stempel an den Boden der Luftpumpe genau anſchließt, welches verurſacht, daß in der Luftpumpe ſo wenig Luft als möglich zurück bleibt. Der Boden der Luftpumpe, ſo wie die Grundfläche des Stempels, ſind zu dieſer Abſicht vollkommen eben. An das unterſte Ende des Cylinders iſt nicht, wie gewöhnlich, der Boden angelöthet, ſondern er ſchließt vermittelſt eines daſelbſt herumlaufenden Randes (fig. 27.) aa an den Boden vollkommen genau an, woran er durch 6 Schrauben hinlänglich befeſtigt iſt. Der Boden ſelbſt iſt eine Kupferplatte. Damit aber gar keine Luft zwiſchen dem Boden und dem untern Ende des Cylinders eindringen könne, wird rund herum etwas weiches Wachs umgelegt.

In der fig. 28. iſt dieſe Luftpumpe zur Seite vorgeſtellt, wo AA der Teller auf der Säule B, und CD die Communikationsröhre mit dem Teller und dem innern Raume des Cylinders iſt. Die punktirten Linien der Theile unter der Pumpe und unter dem Teller zeigen deutlich, wie ſie durchbohrt ſeyn müſ-

müſſen. Der kupferne Ring e, an welchen die Röhre C gelöthet iſt, wird mittelſt einer Mutterſchraube f befeſtigt; zwey Ringe von Ochſenleder über und unter dieſem Ringe verhindern das Eindringen der äußern Luft. Die Röhre CD iſt durch den Ring h auf ähnliche Art an das Stück Kupfer ii befeſtigt, auf welches der Teller gelöthet iſt. Dieſer Ring beſitzt in der Mitte ſeiner Unterfläche eine Grube, wie ſolches die fig. 29. zeigt, und der Nagel k, welcher durch dieſen Ring geht, iſt durchbohrt, ſo wie ſolches die punktirten Linien zeigen, um dadurch Gemeinſchaft mit der Glocke und dem Cylinder mittelſt der Röhre CD zu haben, und auch dieſe abzuſchneiden. Die Communikationsröhre CD iſt aus zwey Stücken C und D zuſammengeſetzt, welche auf gleiche Art durch einen Ring, wie h, welcher an die Röhre C gelöthet iſt, vereinigt ſind.

Der Hahn iſt dem Boden der Luftpumpe ſehr nahe, damit der ſchädliche Raum ſo gering als möglich ausfalle. Dieſer kleine Raum (fig. 27.) l beſitzt eine Länge von $\frac{3}{4}$ Zoll; und iſt im Diameter $\frac{1}{12}$ Zoll. Um die Luft wieder unter die Glocke, oder von da in die freye Luft zu laſſen, wird der Hahn ſo geſtellt, wie es die fig. 30. vorſtellt.

Der Boden der Luftpumpe (fig. 27.) bb, welcher eine ebene kupferne Platte iſt, ruht auf 4 kleinen kupfernen Pfeilern von $3\frac{1}{4}$ Zoll Länge, welche in einen andern kupfernen Ring eingelaſſen ſind, der auf dem Grunde der ganzen Maſchine hinlänglich befeſtigt iſt. Das Getriebe, woran der Stempel auf- und niedergewunden wird, befindet ſich über dem Cylinder in einem hölzernen Gehäuſe dd, auf welchem zu beyden Seiten gerade über den Säulen ff kupferne

ne Vaſen ſtehen. Dieſe Vaſen werden an ſtarke eiſerne Stäbe, welche durch die Säulen ff hindurchgehen, feſt angeſchraubt, ſo wie auch die eiſernen Stäbe durch Schrauben im Fußboden bey gg befeſtigt ſind. Die metallene Platte hh des Stempels iſt an die gezahnte Stange deſſelben befeſtigt, und beſitzt das cylindriſche Stück i mit einer Mutterſchraube, an welches das kupferne Stück ll vermittelſt der Schraube k feſt angeſchraubt werden kann. Zwiſchen hh und ll liegen lederne Scheiben über einander, welche eben vermittelſt der Schraube k ſehr feſt zuſammengeſchraubt werden können.

An dem kupfernen Stück (fig. 28.) ii unter dem Teller befindet ſich der Hahn m in einem ausgebohrten metallenen Stücke, worin die gläſerne Röhre nn eingeſchraubt werden kann. Dieſe gläſerne Röhre dient zur Barometerprobe, und deßwegen iſt das untere offene Ende in ein Gefäß mit Queckſilber geſtellt. Zur Seite dieſer Röhre iſt ein kleines Lineal von Holz, welches in Zolle eingetheilt iſt, und auf dem Queckſilber ſchwimmt.

Wie ſtark die Wirkung dieſer Luftpumpe in Anſehung der Verdünnung der Luft iſt, beweißt folgender von Herrn van Marum angeſtellter Verſuch. Er nahm eine Kugel, welche 906 Cubikzoll Raum faßte; in dieſer hatte er die Luft mehrere mal ſo verdünnt, daß die zurückgebliebene Luft nur noch eine Queckſilberſäule von $\frac{1}{2}$ Linie Höhe zu tragen im Stande war.

Zur Verdichtung der Luft hat Herr van Marum folgende Einrichtung angegeben. Der Cylinder A (fig. 31.) von Glas hat eine Höhe von 13 Zoll und iſt im Durchmeſſer 5 Zoll; die Dicke dieſes

Gla-

Glaſes beträgt etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll. Dieſer Cylinder, deſſen beyde Ränder etwas hervorſpringend ſind, ſteht auf einer vollkommenen ebenen kupfernen Platte B von $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, worin das metallene Stück C mit einem Hahn eingeſchraubt iſt. Dieſes Stück dient, den Cylinder auf den Teller der Luftpumpe zu ſchrauben. Der gläſerne Cylinder iſt oben mit einem koniſchen metallenen Deckel D genau verſchloſſen. Dieſe Vorrichtung ſteht in einem Gehäuſe, welches aus drey oben mit einander verbundenen, und unten rechtwinklicht umgebogenen eiſernen Stangen beſteht. Die Schraube H dient vorzüglich, die Platte B an der untern Oeffnung des Cylinders, und die metallene Haube D an der obern Oeffnung genau und ſtark anzudrucken, beſonders wenn vorher die Ränder des Cylinders mit ein wenig weichem Wachſe beſtrichen worden ſind. Weil hierdurch die Platte B in dreyen Punkten, welche von einander gleich weit abſtehen, feſt gehalten wird, ſo iſt man verſichert, daß dadurch die Haube D und die Platte B an den Rändern des gläſernen Cylinders ſehr ſtark und allenthalben gleichförmig anſchließen; man hat alſo deßwegen keine Gefahr zu befürchten, daß etwa der Cylinder beym ſtarken Anpreſſen zerſpringe.

Bey verſchiedenen Verſuchen der neuern Chemie iſt es nöthig, einen gewiſſen Theil atmoſphäriſcher Luft, welche in Gefäßen eingeſchloſſen iſt, in andere verſchloſſene Gefäße zu leiten, um zu unterſuchen, welche Miſchung dieſelbe mit einer andern Luftart eingeht. Um nun ſeine Luftpumpe zu dieſem Zwecke einzurichten, hat Herr van Marum folgende Vorrichtung angebracht. Es wird nämlich an das äußerſte Ende des Hahns das metallene Stück (fig. 32.) ange=

angeſchraubt, ſo daß der koniſche Theil a in einen eben ſolchen koniſchen ausgehöhlten Theil des Hahns genau paßt, von welchem er mittelſt der Mutterſchraube cc feſt gehalten wird. Der andere Theil b dieſes Stücks, welches der Länge nach ganz durchbohrt iſt, wie ſolches die punktirten Linien vorſtellen, hat eine gewöhnliche Bedeckung von Leder d, das die Oeffnung verſchließt, worüber man das metallene Stück fg ſchraubt, ſo daß es an dem hervorſpringenden Rande ee ſtark angepreßt wird. Ein wenig erweichtes Wachs über den Rand ee geklebt verhindert alsdann das Eindringen und Herausgehen der Luft gänzlich. Das Stück fg hat in dem Theile g eine koniſche Aushöhlung, in welcher man die Oeffnung einer biegſamen Röhre, die daſelbſt ebenfalls koniſch ſeyn muß, anbringen kann. Die andere Oeffnung dieſer Röhre, welche auch koniſch ausläuft, wird in das metallene Stück (fig. 33.) eingepaßt, das man an den Rand einer pnevmatiſchen Wanne durch Hülfe der Schraube a befeſtigt. In dem Theile b dieſes Stücks wird eine krumme gläſerne Röhre eingekittet, durch welche die Luft aus einem Gefäße auf dem Geſimſe der pnevmatiſchen Wanne geleitet wird.

Eine neue Einrichtung einer Luftpumpe hat James Little [d]) angegeben, welche in folgenden beſteht. Sie hat nur Einen Cylinder, in welchem ein ganz dichter Kolben vermöge der bekannten Lederbüchſe luftdicht bewegt wird. Da der Kolben kein Ventil

d) Voigt's Magazin B. I. St. 4. S. 158. aus den Tranſact. of the Roy. Iriſh Academy. Dubl. Vol. VI. p. 319. ſqq.

til enthält, und die beyden Deckplatten des Cylinders eben ſo wenig, ſo kann das durch Zurückziehen entſtandene Vacuum ſich hier dem Torricelliſchen am erſten nähern. Der Raum des Cylinders wird vom Glockenraume durch einen Wechſelhahn abgeſchnitten. Für das Ausſchleifen derſelben iſt durch Verzinnen geſorgt, auch verhütet eine Miſchung aus 2 Theilen gemeines Harz, 2 Theilen Oel und 3 Theilen Unſchlitt, daß er das Futter berührt, worin er bewegt wird. Statt der ſonſt gewöhnlichen Schraube wird er mittelſt einer ſtarken Feder in dem Futter erhalten. Damit der gewöhnliche ſchädliche Raum ſo klein als möglich werde, hat Little der Oeffnung für den Hahn und dem innern Raum im Cylinder nur $\frac{1}{8}$ Zoll gegeben. Uebrigens iſt noch die Einrichtung getroffen worden, daß die Luft in den beyden kurzen Röhren am Hahne nicht mit der Atmoſphäre, ſondern mit der Luft unter der Glocke gleiche Dichtigkeit habe. Auf ſolche Art wird die Luft aus dem Cylinder nicht gleich ins Freye, ſondern durch eine krumme Röhre wieder in den Cylinder hinter dem Kolben getrieben. Dieſe Röhre iſt 21 Zoll lang und $\frac{1}{10}$ Zoll weit, und verbindet ohne Ventile den Raum vor und hinter dem Kolben vermöge der durchbohrten Deckplatten des Cylinders. Die Deckplatte, durch welche die Kolbenſtange vermöge der Lederbüchſe geht, muß dann auch noch ein zweytes mal durchbohrt ſeyn, damit die Luft, welche aus der Glocke erſt in den Raum vor dem Kolben ſtrömte, und dann durch die krumme Röhre hinter den Kolben getrieben wurde, endlich aus dem Cylinder ins Freye oder in einen Apparat, worin man ſie etwa unterſuchen will, getrieben werden könne. Dieſe Oeffnung iſt durch ein Ventil geſchloſſen, welches aus einem kleinen metal-

lenen

lenen Hut beſteht, der durch ſein Gewicht die Oeffnung luftdicht ſchließt, indem er mit ſeinem abgeſchliffenen Rande in einem Kanale voll Oel ſteht. Aus dieſem Grunde iſt der Cylinder ſtehend und hat die Lederbüchſe mit dieſem Ventile oben. Nach dieſer Einrichtung kann die Luft in den beyden kurzen Röhren am Hahne nie dichter als die unter der Glocke ſeyn.

Auch hat Herr Prof. Parrot [e]) eine eigene Einrichtung einer Luftpumpe angegeben, an welcher Herr Munke [f]) einige Fehler entdeckte, und dafür andere Vorſchläge gab. Beyde ſind nämlich bemüht, die Pumpen mit Hähnen, welche allerdings den mit Ventilen vorzuziehen ſind, ſo zu verbeſſern, daß der ſchädliche Raum ganz unbedeutend iſt.

Außer den bisher beſchriebenen Arten von Luftpumpen hat man noch andere ganz eigenthümliche Arten derſelben vorgeſchlagen, bey welchen beſonders das Queckſilber zur Hervorbringung leerer Räume gebraucht wird, und welche daher auch Queckſilberpumpen oder hydrauliſche Luftpumpen genannt werden. Die erſte Erfindung dieſer Art iſt ſchon im Jahre 1722 von dem Schweden Emanuel Swedenborg [g]) gemacht worden. Sein Vorſchlag iſt dieſer: auf dem Tiſche (fig. 34.) a ſteht die gläſerne Glocke b; c und d ſind zwey Oeffnun-

e) Voigt's neues Magazin. B. IV.

f) ebendaſ. B. VI.

g) Miſcellanea obſervata circa res naturales et praeſertim circa mineralia, ign. et montium ſtrata. Lipſ. 1722. 8. p. 101. Gren's Journal d. Phyſ. B. IV. S. 407. f.

nungen, jede mit einer Klappe verſehen; die Klappe c verſtattet der Luft einen Ausgang aus der Glocke, und die Klappe d einen in die freye Luft. Unter dem Tiſche ſchließt ein eiſernes hohles kegelförmiges Gefäß e an der untern Fläche deſſelben genau an, ſo daß ſeine Höhlung die beyden mit Klappen verſehenen Oeffnungen c und d umfaßt. Mit dieſem Gefäß iſt ein lederner Schlauch ff verbunden, welcher am äußerſten Ende noch eine eiſerne ſehr dünne Röhre gg enthält. Gießt man nun durch m ſo viel Queckſilber ein, daß der Schlauch ff und ein Theil von e gefüllt wird, und hebt hiernächſt g in die Höhe, ſo ſteigt das Queckſilber in e bis an das Tiſchchen; ſenkt man hierauf g wieder bis unter die Höhe von 28 Zoll herab, ſo fällt das Queckſilber in e, und zieht die Luft aus der Glocke durch die Klappe c nach ſich, welche durch die Klappe d ins Freye geht, wenn an g wieder gehoben wird. Durch dieſes abwechſelnde Heben und Niederlaſſen kann die Luft unter der Glokke ausgepumpt werden. Noch iſt im Tiſche eine Oeffnung bey z befindlich, welche man mit einem Stöpſel verſchließen kann, um nöthigen Falls wieder Luft einzulaſſen. Man ſieht aber wohl, daß dieſer Vorſchlag des Herrn Swedenberg ſchwerlich ausführbar iſt, weil der lederne Schlauch nicht ganz Queckſilberdicht verfertigt werden kann. Indeſſen hat doch dieſe erſte Angabe ſehr viele Aehnlichkeit mit der Einrichtung, welche eine geraume Zeit nachher D. Joſeph Baader [h]) (fig. 35.) in München ange-

h) Lorenz Hübners phyſikaliſches Taſchenbuch für Freunde der Naturgeſchichte. Jahrg. 1. 4tes Quartal. Salzb. 1784. S. 650. *Hindenburg* progr. de antlia Bauderiana hydroſtatico - pneumatica. Lipſ. 1787. 4. Gothaiſches Magazin. B. V. St. 2. S. 91. f.

angegeben, und ſelbſt beſchrieben hat. Die Figur ſtellt einen vertikalen Schnitt dieſer Pumpe vor. Mit dem eiſernen Gefäße A iſt die Röhre ab mit dem Sengwerd'ſchen Hahne cb oberhalb und der Röhre ff unterhalb verbunden. Letztere hat eine Länge von etwa 32 Zoll, woran ein heberförmiges Stück m mit dem kleinen Gefäße B befeſtigt iſt. Von dieſem Gefäße B geht noch eine enge Röhre pp ſchief hinauf, welche ſich in einen blechernen Trichter C dem Hahne bc gegen über endigt. Wird die Glocke auf den Teller bey a geſetzt, und der Hahn ſo geſtellt, daß der innere Raum des Gefäßes A mit der äußern Luft in Verbindung iſt, außerdem aber auch der Hahn o verſchloſſen, ſo kann man nun durch den Trichter C alles bis nahe unter dem Hahn bc mit Queckſilber anfüllen. Hierauf dreht man den Hahn ſo, daß die Glocke mit dem Gefäße A Gemeinſchaft hat, und öffnet den Hahn o. Das Queckſilber fängt an bey n auszulaufen, bis es in den Schenkel ff an die Linie hh kommt, wo die Elaſticität der verdünnten Luft über h mit dem Gewichte der Queckſilberſäule hm zugleich dem Drucke der äußern Luft das Gleichgewicht hält. Hiernächſt wird der Hahn bc wieder in die vorige Stellung gedreht, der Hahn o verſchloſſen, und das in einem Gefäße aufgefangene Queckſilber wieder in den Trichter C gefüllt, wodurch alles von neuem gefüllt, und die aus der Glocke in das Gefäß getretene Luft ins Freye durch den Hahn bc getrieben wird. Man ſieht leicht, daß durch dieſes wiederhohlte Verfahren die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnt werden könne. Herr Baader[i]) hat nachher einen andern Vorſchlag zur Ver-

i) Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 326. f.

Verbeſſerung ſeiner Luftpumpe angegeben. Statt daß ſonſt die Röhre pp durch das heberförmige Stück m mit der Röhre ff feſt verbunden war, wird ſie jetzt durch ein Gewinde, welches den Fügungen der Gelenke an den Röhren der Feuerſpritzen ähnlich iſt, an der feſten Röhre ff beweglich gemacht. Dieſe bewegliche Röhre pp iſt ſo lang, daß ihr oberes Ende in der vertikalen Stellung mit dem horizontalliegenden Hahn bc in einerley Ebene fällt. An die Röhre pp iſt oben ein kugelförmiges Gefäß befeſtigt, welches an körperlichen Inhalt mehr beträgt, als das Gefäß A, damit der Druck des im kegelförmigen Gefäße enthaltenen Queckſilbers daſſelbe durch die enge Röhre pp in das Gefäß A treiben könne, welches bey der vorigen Einrichtung nicht möglich war. Wird nun an dieſer verbeſſerten Luftpumpe alles ſo geſtellt, daß das Gefäß A mit der äußern Luft Communikation hat, und bey vertikaler Stellung der Röhre pp Queckſilber in das kugelförmige Gefäß gegoſſen, bis es an den Hahn bc der andern Röhre geht, ſo verſchließt man den Hahn bc, und dreht die bewegliche Röhre pp in die horizontale Lage. Dadurch verwandelt ſich die Maſchine in eine Art von Winkelbarometer, und das Queckſilber kann nicht mehr in der Höhe mb erhalten werden, weil ſie größer als 28 Zoll iſt. Mithin fällt es nun herab, tritt aus dem Gefäße A heraus, und würde 28 Zoll über dem Niveau des andern Gefäßes ſtehen bleiben, wenn ſich über ihm eine völlige Leere bildete. Da aber die Luft unter der Glocke ſich ausdehnt, und dem fallenden Queckſilber nachfolgt, ſo drückt ſie vermöge ihrer Elaſticität daſſelbe noch weiter herab. Wird hiernächſt der Hahn bc in die erſte Stellung gebracht, die bewegliche Röhre pp wieder vertikal aufgerichtet,

und

und nun die vorige Operation von neuem wiederhohlt, ſo kann dadurch der Raum unter der Glocke immer mehr luftleer gemacht werden.

Auch Herr Hindenburg k) hat einen Vorſchlag zu einer hydrauliſch-pnevmatiſchen Luftpumpe gethan, und folgenden weſentlichen Mechanismus einer ſolchen Einrichtung angegeben. Der Stiefel B (fig. 36.) und die daran befindliche Röhre lb ſind von Eiſen, der übrige Theil bk der Röhre nebſt dem Gefäße A von Glas; der obere cylindriſche Theil des Gefäßes A paßt in den metallenen Knopf g, worin ſich ein Sengwerd'ſcher Hahn befindet. Die Kolbenſtange iſt ebenfalls von Eiſen, an welcher der Stempel durch den Griff i hin- und herbewegt wird; damit aber dieſer nicht ſo tief hineingeſtoßen, und zu weit herausgezogen werde, dienen die beyden Schrauben aa, und die Stellſchraube h an der Kolbenſtange. Der Hahn gc iſt ſo durchbohrt, daß er ein mal eine Verbindung des Gefäßes A mit der äußern Luft zuläßt, und, wenn er um den vierten Theil ſeines Umkreiſes gedreht wird, eine Gemeinſchaft des Gefäßes A mit der auf dem Teller ef befindlichen Glocke verſtattet, und endlich, wenn er noch um einen vierten Theil des Umkreiſes gedreht wird, den innern Raum der Glocke mit der äußern Luft in Verbindung bringt. Wenn nun der Stempel niedergeſtoßen worden, ſo muß der ganze Raum cbkg bis an den Hahn mit reinem Queckſilber gefüllt ſeyn. Bringt man hiernächſt das Gefäß A mit der Glocke in Verbindung, und zieht den Stempel in die Höhe, ſo fällt

k) Antliae novae hydraulico-pnevmaticae mechaniſmus et deſcriptio. Lipſ. 1787. 4.

fällt das Queckſilber in dem Gefäß herab, und die Luft folgt ihm aus der Glocke nach; dieſe Luft wird ſodann durch gehörige Stellung des Hahns gc ins Freye fortgeſchafft. Man ſieht leicht, daß dieſe wiederhohlte Operation die Luft unter der Glocke immer mehr verdünnen könne.

Eine andere Einrichtung der hydrauliſchen Luftpumpe, welche im Weſentlichen von der Hindenburg'ſchen nicht viel abweicht, giebt Cazalet in Bourdeaux an l)), nur bediente ſich dieſer ſtatt des Queckſilbers des ausgekochten Waſſers. Er verbindet in einem hohen Zimmer ein ſtarkes und hinlänglich großes Gefäß mit einer engen Röhre von 34 Fuß Höhe, füllt hierauf alles mit Waſſer an, ſchraubt hernach den Teller und auch den Hahn unten an die Röhre, und läßt das Waſſer ſo lange auslaufen, bis die zurückgebliebene Waſſerſäule mit dem Drucke der Atmoſphäre im Gleichgewichte iſt. Alsdann werden die Hähne wieder verſchloſſen, das Gefäß von neuem mit Waſſer gefüllt, und dieß Verfahren, ſo oft es nöthig iſt, wiederhohlt. Die Unbequemlichkeit einer ſolchen Maſchine fällt ſogleich in die Augen.

Ueberhaupt ſind alle dieſe Vorſchläge von hydrauliſch-pnevmatiſchen Luftpumpen, worunter unſtreitig die Hindenburg'ſche den Vorzug verdient, nie in Ausübung gekommen.

Auch hat nach Herrn Wilke, einen luftleeren Raum durch Hülfe der Erkältung der Waſſerdämpfe hervorzubringen, der Abbé Cajetan Berretray einen Vorſchlag gethan, welchen Corradori m)) beſchreibt.

l) Journal de phyſique. May 1789. p. 334.

m) Journal de phyſique. Fevr. 1791. p. 150. ſqq. überſ. in Gren's Journal der Phyſik. B. VI. S. 86. f.

ſchreibt. Er unterſcheidet ſich von dem Wilke'ſchen nur darin, daß bey der Einrichtung des Berretray die Dämpfe im Gefäße ſelbſt gebildet werden, da ſie Wilke aus einem andern Gefäße herbeyleitet. Auf einem großen kupfernen und verzinnten Gefäße (fig. 37.) A iſt der koniſche Deckel B genau angelöthet, aus welchem die Röhre a mit dem Hahne b herausgeht, an die eine andere am Ende d mit Schraubengängen verſehene kleine Röhre cd luftdicht angeſchraubt werden kann. Inwendig iſt die Röhre a beynahe bis zum Boden des Gefäßes A hinuntergeführt, muß aber von ſelbigem ſo weit abſtehen, daß die unterſte Oeffnung l die Fläche von 3 Pfund Waſſer in das Gefäß gegoſſen nicht berühre. Auf der andern Seite des Deckels, der Röhre a gegenüber, iſt eine andere gebogene Röhre efghi angelöthet, welche ebenfalls einen Hahn beſitzt, zuerſt nach außen geht, nachher bey h ins Gefäß ſich wendet, und bey i in das in der Mitte durchbohrte und mit Schraubengängen verſehene Stück Meſſing i, das auf dem Deckel angelöthet iſt, ſich endigt, ſo daß alſo durch dieſe gebogene Röhre der innere Raum des Gefäßes A durch e eine Gemeinſchaft mit der äußern Luft hat. Auf das Stück Meſſing i wird nun eigentlich die Communikationsröhre mit dem Teller, der die Glocke trägt, aufgeſchraubt; dieſe Röhre beſitzt, wie gewöhnlich, einen Hahn. Die ganze Maſchine wird von dem Dreyfuße nnn und dem eiſernen Ringe kk getragen. Das zwiſchen den Füßen befindliche Bret mm dient, eine Kohlenpfanne darauf ſtellen zu können.

Beym Gebrauche dieſer Maſchine wird die Communikationsröhre mit dem Teller abgeſchraubt, hierauf bey geöffnetem Hahne g durch den gekrümmten

 Kanal

Kanal ihgfe etwas über 3 Pfund Waſſer in das Gefäß gegoſſen, und der Hahn g wieder verſchloſſen. Hiernächſt wird nun der andere Hahn b geöffnet, und die Kohlenpfanne mit glühenden Kohlen auf das Bret mm geſtellt; nach wenigen Minuten tröpfelt aus der Oeffnung d das lauwarme Waſſer heraus, bis die Oeffnung l ganz von Waſſer frey wird; hierauf verſtärkt man das Feuer mit dem Blaſebalge ſo viel als möglich, da dann nach einigen Minuten ein Strahl kochenden Waſſers aus der Röhre treten wird, dem ein Strom von heftigem Dampfe mit häufigen Waſſertropfen nachfolgt, welche leztere durch Verdichtung des Dampfs an der innern Fläche der Röhre bewirkt werden. 3 bis 4 Minuten nach dieſer Erſcheinung wird ſodann der Hahn bey b verſchloſſen, und zugleich die Kohlenpfanne weggenommen, indem man ſonſt in Gefahr ſeyn würde, durch Verdampfung alles Waſſers das Gefäß zu zerſprengen. Nachher wird mit einem mit kaltem Waſſer getränkten Schwamme der Deckel B mit dem Gefäße A abgekühlt: die Verdichtung der Waſſerdämpfe wird in zwey bis drey Minuten erfolgen. Nun ſchraubt man den Teller in i auf, und öffnet den Hahn g, da ſich dann die unter der Glocke befindliche Luft durch die Röhre ihgfe ausdehnen und ein Theil in das luftleere Gefäß A treten wird.

Wenn man noch die kleine Röhre cd an a luftdicht anſchraubt, an ihr Ende eine oben und unten offene Glasröhre, welche etwa 30 Zoll lang und in Zolle und Linien eingetheilt iſt, ebenfalls luftdicht anſchraubt, und das untere Ende dieſer Glasröhre in ein Gefäß mit Queckſilber ſtellt, ſo ſieht man nach der Oeffnung des Hahns b durch das Steigen des Queckſilbers in der Röhre, wie groß der Unterſchied der Elaſtici-

ſticität der in der Glocke zurückgebliebenen elaſtiſchen Materie iſt.

Herr Corradori rühmt dieſe Maſchine wegen folgender Vortheile: 1. könne man dadurch auf einmal eine ſehr große Verdünnung der Luft zuwege bringen; 2. ſey ſie den Erſchütterungen nicht unterworfen, welche bey den gewöhnlichen Luftpumpen beym Aus- und Einwinden des Stempels verurſacht werden; 3. könne man bey verlangter ſtarker Verdünnung den Verſuch in kurzer Zeit 8 bis 10mal wiederholen; und 4. ſey die Maſchine ſehr wohlfeil und leicht zu behandeln.

Um die heißen Waſſerdämpfe ſchneller und bequemer abzukühlen, als durch den mit kaltem Waſſer getränkten Schwamm, könnte noch ein cylindriſches Gefäß mit dem untern Rande auf den Deckel B gelöthet werden, deſſen oberer Rand bis nahe an den Hahn in der Communikationsröhre des Tellers reichte. Durch dieſe Vorrichtung könnte die Verdichtung der Dämpfe ſehr ſchnell von ſtatten gehen, und überdieß der Zutritt der Luft von den Hähnen abgehalten werden. Die Röhre cd müßte alsdann aus dem Gefäße hervortreten, und in der Oeffnung waſſerdicht verlöthet ſeyn. In einer auf dieſe Weiſe eingerichteten Maſchine ſtieg bey einem Verſuche das Queckſilber in der damit verbundenen Barometerprobe bis auf eine Höhe, welche von der damaligen Barometerhöhe nur um 1 Linie abwich. Nach Herrn Gren's Vorſchlage wäre es noch vortheilhafter, das ganze Gefäß von ſeinem Boden an mit einem dünnen kupfernen Cylinder zu umgeben, welcher nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll davon abzuſtehen brauchte, und unten, um das Waſſer abzulaſſen, einen Hahn hätte. Wenn alsdann der Raum zwiſchen dem Gefäße und dem äußern Cylinder

der mit kaltem Waſſer angefüllt würde, ſo könnten auch die im Keſſel befindlichen heißen Waſſerdämpfe bald abgekühlt und verdichtet werden.

Endlich hat auch noch Herr D. Ingenhouß [n]) einen andern Vorſchlag gethan, einen luftleeren Raum hervorzubringen. Die Veranlaſſung hiezu gab ihm die Entdeckung des Abt Felix Fontana, daß glühende Kohlen beym Erſticken ſo viel Luft verſchlucken, als ihr achtfaches Volumen ausmacht. Es wird nämlich ein Kohlenbecken von geſchlagenem Kupfer, welches hier und da durchbrochen iſt, in einen kupfernen Keſſel, worin es genau paßt, eingeſetzt. Der Keſſel ſteht auf drey Füßen, und kann durch Hülfe eines Deckels luftdicht verſchloſſen werden, daß alſo die Kohlen erſticken müſſen. An dem Deckel befindet ſich eine Röhre mit einem Hahne, auf welche eine andere ebenfalls mit einem Hahne verſehene Röhre, die den Teller mit der Glocke trägt, angeſchraubt werden kann. Die ganze Vorrichtung wird in ein großes Gefäß mit Waſſer geſtellt, und nach gänzlicher Erſtickung der Kohlen werden beyde Hähne geöffnet. Die Kohlen verſchlucken einen Theil der Luft unter der Glocke, welche eine immer ſtärkere Verdünnung erleidet, wenn dieſe Operation wiederhohlt wird.

Was die Elaſticitätszeiger betrifft, ſo hatte zwar Smeaton an ſeiner Luftpumpe einen eigenen im Th. IV. S. 214. beſchriebenen angebracht, allein es waren hiebey beſchwerliche Rechnungen vorzunehmen; daher haben die Herren Nairne und Blunt bey der verbeſſerten Smeaton'ſchen Luftpumpe wiederum den gewöhnlichen Hawksbee'ſchen Merkurialzeiger zum Maaße

n) Vermiſchte Schriften phyſiſch-medicin. Inhalts, herausgeg. von Molitor. 2te Aufl. B. I. S. 433. f.

Maaße der verminderten Elaſticität angewendet. Der einzige Unterſchied, welcher hiebey ſtatt findet, iſt dieſer, daß die Barometerröhre nicht, wie bey der Hawksbee'ſchen Einrichtung, unmittelbar in die Röhre, welche mit dem Teller verbunden, eingelaſſen iſt, ſondern erſt in eine meſſingene Büchſe geht. In dem Deckel dieſer Büchſe iſt dann erſt eine krumme Röhre befeſtigt, welche mit dem zur Glocke führenden Kanale Gemeinſchaft hat. Die Abſicht dieſer ganzen Einrichtung iſt, zu verhindern, daß das Queckſilber nicht in die Maſchine ſpritzen könne, wenn etwa ja durch irgend ein Verſehen einmal zu der Zeit, da Queckſilber in der Torricelliſchen Röhre iſt, die äußere Luft von unten zudränge, ſondern daß es ſich vielmehr auf dieſe Weiſe in der deßhalb mit einem Kitt überzogenen Büchſe ſammle, und aus ſelbiger wieder in das Gefäß herablaufe. Um den Grad der Verdichtung zu meſſen, iſt eine kleine gläſerne horizontale Röhre angebracht, welche an dem einen Ende zugeſchmolzen, das andere offene aber in Verbindung mit dem Kanale iſt, durch welchen die Luft unter die Glocke geht. In dieſem Kanale iſt die Luft eben ſo verdichtet, wie unter der Glocke ſelbſt. Will man nun den Grad der Verdichtung meſſen, ſo läßt man einen Tropfen Queckſilber in dieſes Röhrchen, aber nicht allzunahe an das zugeſchmolzene Ende laufen. Hat man nun die Entfernung des Tropfens vom zugeſchmolzenen Ende im natürlichen Zuſtande der Luft gemeſſen, ſo kann man aus der Abnahme dieſer Diſtanz den Grad der Verdichtung nach dem Mariottiſchen Geſetze finden. Um dieſe Meſſungen ohne alle Umſtände anzuſtellen, liegt das Röhrchen auf einer elfenbeinernen Skale.

Herr van Marum gebraucht bey ſeiner Luftpumpe ſtatt der gewöhnlichen Barometerröhre eine

ne Röhre in Geſtalt eines Hebers, in welcher ein Theil mit ganz reinem und ausgekochtem Queckſilber angefüllt iſt. Dieſe Röhre iſt an das Bret, welches gehörig in Zolle eingetheilt iſt und auf einer metallenen Platte ſteht, befeſtigt. Der Unterſchied der Höhe des Queckſilbers in beyden Röhren am Ende der Verdünnung zeigt an, bis zu welcher Höhe das Queckſilber durch den Druck der Luft oder einer andern elaſtiſchen Flüſſigkeit erhoben iſt, welche in dem Recipienten zurückbleibt, worin die Röhre geſtellt worden.

Bisher war man immer der Meynung geweſen, daß die Elaſticitätszeiger zugleich die Verdünnung der Luft unter der Glocke angäben, ob man gleich ſchon längſt beobachtet hatte, daß ſich beym Verdünnen der Luft jederzeit Dämpfe erzeugen. Nollet hielt dieſe Dämpfe für fremdartige Theile, welche ſich bey der Verdünnung der Luft zeigen, allein Lichtenberg bemerkte ganz richtig, daß ſich dieſe Dämpfe beym Verdünnen der Luft erſt entwickeln, und daher auf das Barometer wirken, daß folglich die Elaſticitätszeiger keinesweges Dichtigkeitszeiger ſeyn könnten. Und eben daher entſtehe der oft ſehr große Unterſchied zwiſchen der Verdünnung, die man aus dem Barometer, und der, die man aus der Birnprobe geſchloſſen habe. Hiebey führt aber Lichtenberg noch an, daß vielleicht der Unterſchied in den Rechnungen zum Theil entweder daher rühren könne, daß das Mariottiſche Geſetz auf große Verdünnungen der Luft nicht mehr anwendbar ſey, oder daß die Birnprobe ſelbſt, ſo richtig auch das Princip ſeyn möge, worauf ſich ihr Gebrauch gründe, nach ihrer gegenwärtigen Einrichtung noch Mängeln unterworfen ſey, die ſich nicht ſo leicht ſchätzen ließen.

Herr Brook o) glaubte auch wirklich an der Birnprobe Mängel entdeckt zu haben. Er fand die Verdünnung der Luft, welche die Birnprobe angab, ſehr verſchieden, nachdem die Geſtalt des Werkzeugs verſchieden, und das Queckſilber in demſelben ausgekocht oder nicht ausgekocht war. Er zieht hieraus die Folge, daß die Birnprobe ganz trüglich, und daß ein gut ausgekochtes Barometer ſicherer ſey, die Verdünnung der Luft unter der Glocke der Luftpumpe zu beſtimmen. In den ſechs erſten Verſuchen hielt Brook die Röhre der Birnprobe in einer lothrechten Lage, indem er den Raum der in der Probe zurückgebliebenen Luft bezeichnete, und er meynt, daß dieſe Methode richtiger ſey, als die von Smeaton angegebene. Was die ausgekochte Birnprobe betrifft, ſo brachte er das Ende derſelben in ein Gefäß mit Queckſilber unter der Glocke, und evakuirte. Wenn die Verdünnung ſo weit getrieben war, als es die Luftpumpe vermochte, zog er die Oeffnung der nun leer gewordenen Probe aus dem Queckſilber heraus, ließ die verdünnte Luft hineintreten, brachte die Oeffnung der Probe wieder unter Queckſilber, und ließ atmoſphäriſche Luft unter die Glocke. Hiebey ereignete es ſich zuweilen, daß ein Theil des Queckſilbers in der Röhre hängen blieb, und während dem Evakuiren durch Schütteln nicht herunter gebracht werden konnte, Herr Brook glaubt, dieſes habe auf den Verſuch keinen Einfluß haben können, weil der Raum der zurückgebliebenen Luft zwiſchen den Queckſilberſäulen nach hinzugelaſſenem Druck der Atmoſphäre eben ſo groß ausfallen müſſe, als wenn ſich die eingeſperrte

o) Vermiſchte Erfahrungen über die Elektricität, die Luftpumpe und das Barometer. Aus dem Engl. mit Anmerk. und Zuſätzen von L. C. Q. Kühn. Leipz. 1790. 8.

te Luft an dem zugeſchmolzenen Ende der Birnprobe befinde.

Dieſe verſchiedenen Angaben des Herrn Brook gaben dem Herrn Prof. Schmidt in Gießen [p]) Veranlaſſung, die Verſuche des Herrn Brook einer nähern Prüfung zu unterwerfen, um entweder Fehler, welche dabey vorgegangen ſeyn könnten, zu entdecken, oder die Folge der Trüglichkeit der Birnprobe als wahr anzunehmen. Herr Prof. Schmidt glaubt aber gefunden zu haben, daß Herr Brook nicht zu jeder Zeit nach richtigen Grundſätzen verfahren habe. Denn 1. ſcheine es ihm, als ob Herr Brook den Grundſatz, auf welchen die Einrichtung der Birnprobe beruhe, nicht richtig gefaßt habe, und 2. ließen uns Brook's Verſuche in Ungewißheit über die Urſache, woher jene Verſchiedenheit in den Angaben der Birnprobe rühre. Es frage ſich daher, ob man der Birnprobe nicht eine ſolche Einrichtung geben könne, wodurch jene Verſchiedenheit in ihren Angaben vermieden würde? Was nämlich die lothrechte Stellung der Röhre der Birnprobe bey den erſten ſechs Verſuchen des Hrn. Brook betreffe, ſo bemerkt Hr. Schmidt, daß dieſes nothwendig einen Irrthum verurſachen müſſe, und daß es daher kein Wunder ſey, wenn er in dieſen Verſuchen immer ſtärkere Verdünnungen erhalten habe, je kürzer die Röhre geweſen, welche er mit dem Gefäße der Birnprobe verbunden habe. Denn in den längern Röhren habe eine längere Queckſilberſäule der Atmoſphäre entgegengedruckt, und die zurück=

p) Ueber die vom Herrn Brook entdeckte Trüglichkeit der Smeaton'ſchen Birnprobe, und die Mittel, ſie zu vermeiden, in Gren's neuem Journ. der Phyſ. B. III. S. 150. f.

rückgebliebene Luft deſto mehr Raum einnehmen müſſen, je ſtärker dieſer Gegendruck geweſen ſey.

Daß auch die Vorausſetzung des Herrn Brook bey dem ſiebenten Verſuche falſch ſey, erhelle offenbar daraus, weil in dem Falle, wenn ein Theil der Queckſilberſäule an dem Glaſe hangen blieb, ſich nicht die ganze Birnprobe mit der verdünnten Luft aus der Glocke füllen konnte, und alſo der Raum der zurückgebliebenen Luft, nachdem der Druck der Atmoſphäre das Queckſilber wieder in die Probe getrieben hatte, kleiner ausfallen mußte, als wenn die ganze Probe vorher mit verdünnter Luft wäre angefüllt worden. Das Hängenbleiben des Queckſilbers in der Birnprobe hätte Brook vermeiden können, wenn er das Queckſilber zu wiederholten Malen in die Röhre durch den Druck der Atmoſphäre hätte hinaufſteigen laſſen, ohne die Oeffnung der Birnprobe aus dem Queckſilber in dem untenſtehenden Gefäße herauszubringen.

Um alſo die Urſachen der Verſchiedenheit in den Angaben der Birnprobe und die Mittel, ihr zu begegnen, aufzufinden, ſtellte Herr Schmidt mehrere Verſuche mit Birnproben von verſchiedenen Dimenſionen an, welche theils ausgekocht, theils nicht ausgekocht waren. Bey den Verſuchen mit ausgekochten Birnproben verfuhr er, ganz nach Hrn. Brook, ſo: er wog die mit Queckſilber gefüllte und ausgekochte Probe, brachte ſie umgekehrt in ein Gefäß mit Queckſilber unter die Glocke, und ließ, nachdem die Luft verdünnt und das Queckſilber in der Probe herabgeſunken war, verdünnte Luft in die Probe treten, druckte ſie mit ihrer Oeffnung gleich wieder unter Queckſilber und öffnete der Atmoſphäre den Zu-

tritt unter die Glocke. Den Raum der zurückgebliebenen Luft bezeichnete er bey horizontaler Lage der Probe, wog ihn voll Queckſilber, und berechnete aus dieſem Gewichte, verglichen mit dem Gewichte des Queckſilbers in der ganzen Birnprobe, den Grad der Verdünnung. Die Reſultate der mit ſechs verſchiedenen Birnproben angeſtellten Verſuche ſtimmten darin überein, daß die mit Queckſilber gefüllten und ausgekochten Birnproben eine ungleich ſtärkere Verdünnung anzeigen, als die nach der Smeaton'ſchen Weiſe unausgekochten Birnproben. Es folgt alſo aus dieſen Verſuchen, daß ſich aus dem unausgekochten Queckſilber in dem Augenblicke, wo es durch den Druck der Atmoſphäre in den leeren Raum der Birnprobe getrieben wird, Luft entbinde, und daß dieſe aus dem Queckſilber entbundene Luft den Raum der in der Birnprobe zurückgebliebenen verdünnten Luft vergrößere, wodurch die Angabe der Verdünnung nach der unausgekochten Birnprobe kleiner ausfallen muß. Da er nun nach dieſen Verſuchen fand, daß die Verdünnungen nach der Birnprobe mit den Verdünnungen nach dem Barometer nicht in einerley Verhältniß ſtanden, ſo vermuthete er, daß vielleicht dieſe Disharmonie bey einem und demſelben Verſuche mehr einer größern Menge elaſtiſcher Dämpfe, als der Birnprobe zuzuſchreiben ſey. Um alſo mit Gewißheit zu beſtimmen, ob die Abweichungen der Angaben der ausgekochten Birnproben von einander, wie Herr Brook behauptet, von der Verſchiedenheit der Geſtalt der Gefäße, oder von einer wirklich verſchiedenen Menge Dämpfe herrühre, brachte er zwey ausgekochte Birnproben von verſchiedenen Dimenſionen zugleich unter den Recipienten der Luftpumpe, und ſtellte hiemit folgenden Verſuch an: die kleine Birnprobe, deren Röhre 4 Pariſ. Zoll lang und 2 Linien

nien weit war, faßte $5\frac{9}{16}$ Loth + 20 Richtpfennings⸗theile Köllniſchen Markgewichts, die große Birnpro⸗be, deren Röhre 6 Pariſ. Zoll lang und 2 Linien weit war, faßte $7\frac{7}{16}$ Loth + 198 Richtpfenningstheile Queckſilber. Die Verdünnung war nach der kleinen Birnprobe 84fach, nach der größern 101fach, nach dem heberförmigen Barometer 67,4fach. Der Stand des Barometers bey dieſem Verſuche war 28 Zoll 1 Li⸗nie, des Thermometers 13° nach Reaum. mit Queck⸗ſilber. Mit einer jeden dieſer Birnproben ſtellte er nun auch den Verſuch nach Smeaton'ſcher Weiſe an, und fand die Verdünnung nach der kleinen 70:, nach der größern 84fach, nach dem heberförmigen Baro⸗meter, wie vorher, 67fach. Dieſe beyden Verſuche be⸗weiſen alſo ganz klar, daß die Größe und die Geſtalt der Gefäße, ſowohl bey ausgekochten als unausge⸗kochten Birnproben, allerdings einen Einfluß auf die Verdünnung haben. Die erſte Urſache hievon ſcheint nach Herrn Schmidt in der aus dem Queckſilber in die Birnprobe dringenden Luft zu liegen, deren Ein⸗fluß aber durch die Geſtalt der Gefäße modificirt werde. Denn es befand ſich auch bey den aus⸗gekochten Birnproben unausgekochtes Queckſilber in dem Gefäße, worin die Oeffnung der Birnprobe umgekehrt war, und durch die Vermiſchung des aus der Probe tretenden ausgekochten Queckſilbers mit dem unausgekochten des Gefäßes tritt die ganze Queck⸗ſilbermaſſe mehr oder weniger in den luftvollen Zuſtand zurück, in welchem ſie ſich vor dem Auskochen befand. Der Einfluß der aus dem Queckſilber in die Birnpro⸗be dringenden Luft auf die Angabe der Birnprobe muß in dem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Menge der eindringenden Luft und dem verkehrten der Größe der Skale der Birnprobe ſtehen. Die Menge der aus

dem Queckſilber dringenden Luft wird bey gleichem Luftgehalt des Queckſilbers, in dem Verhältniſſe der Menge des in die Probe tretenden Queckſilbers, und hauptſächlich im Verhältniſſe der Größe des Querſchnitts der Röhre und des Gefäßes der Birnprobe ſtehen. Denn es iſt begreiflich, daß, je größer dieſer Querſchnitt iſt, deſto mehr Berührungspunkte zwiſchen der Oberfläche des eindringenden Queckſilbers und dem leeren Raume der Birnprobe ſtatt finden, und daß bey übrigens gleichen Umſtänden die aus dem Queckſilber in den leeren Raum der Birnprobe tretende Luft in dem Verhältniſſe dieſer Berührungspunkte ſtehen müſſe. Dieſe Schlüſſe wurden durch folgenden Verſuch gerechtfertigt: er brachte die große Birnprobe mit einer andern von gleicher Länge, deren Röhre aber nur $\frac{1}{2}$ Linie weit war, und deren körperlicher Raum nur $2\frac{1}{12}$ Loth + 120 Richtpfenningstheile Queckſilber faßte, zugleich unter die Glocke, und ſuchte die Verdünnung nach der Smeaton'ſchen Art. Die enge Probe gab eine 143fache Verdünnung an, als die weite Probe eine 87fache, und das heberförmige Barometer eine 67fache anzeigte.

Herr Schmidt giebt übrigens folgende Vorſchriften, um den Einfluß der aus dem Queckſilber dringenden Luft auf die Angabe der Birnprobe wo nicht ganz aufzuheben, doch möglichſt zu vermindern, und gewiſſer Maaßen gleichförmig zu machen:

1. Man vergrößere die Skale der Birnprobe durch Verengerung der Röhre derſelben, ohne den Raum des birnförmigen Gefäßes zu erweitern. $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer möchte eine der ſchicklichſten Weiten für die Röhre der Birnprobe ſeyn. Enger darf man ſie deßwegen nicht wohl machen, weil ſonſt die

feine

ſeine Haarröhre dem Eindringen des Queckſilbers hinderlich ſeyn könnte. Durch die angegebene Weite erhält man zugleich den Vortheil, daß die Grenze des Queckſilbers bey horizontaler Lage der Birnprobe ſcharf abgeſchnitten bleibt, und man den Raum der zurückgebliebenen Luft genau meſſen kann; da hingegen bey weitern Röhren die Grenze des Queckſilbers bey der horizontalen Lage der Röhre eine krumme Fläche bildet, welche jenen Raum nicht ſo genau zu meſſen verſtattet. Ob es gleich ſchwer halten wird, in einer ſo engen Röhre das Queckſilber auszukochen, ſo hat man auch nicht nöthig, daſſelbe in der ganzen Birnprobe auszukochen, wenn es nur in dem birnförmigen Gefäße ausgekocht wird.

2. Koche man das Queckſilber in dem Gefäße ſelbſt aus, welches man bey Anſtellung des Verſuchs unter die Birnprobe bringt. Am beſten ſchickt ſich hiezu eine kleine eiſerne Büchſe, welche man während des Auskochens mit einem eiſernen Deckel verſchließt, damit nicht zu viel Queckſilber verfliege. Hat das Kochen eine Viertelſtunde gedauert, ſo bringe man die Büchſe behutſam vom Feuer, und laſſe ſie zugedeckt erkalten. Iſt das Queckſilber ſo weit abgekühlt, daß keine Dämpfe mehr davon aufſteigen, ſo bringe man die Büchſe mit dem Queckſilber unter die Glocke, und die zuvor wohl getrocknete und erwärmte Birnprobe darüber.

3. Iſt nun alles zur Temperatur der unter der Glocke eingeſchloſſenen Luft gekommen, ſo laſſe man die Pumpe arbeiten, und verfahre übrigens auf die bekannte Art. Noch iſt zu bemerken, daß man das Queckſilber ſowohl, als auch die Birnprobe, ſo rein wie möglich zu dem Verſuche nehme, indem ſonſt

 der

der geringſte Schmutz Gelegenheit geben möchte, daß ein Luftbläschen in der innern Wand der Birnprobe hängen bliebe.

4. Da aber bey allen dieſen Vorſichtigkeitsregeln doch nicht mit Gewißheit beſtimmt werden kann, ob dadurch die Unbeſtimmtheit in den Angaben der Birnprobe völlig aufgehoben werden könne, ſo iſt es rathſam, die Birnprobe ſo viel als möglich nach einerley Dimenſionen zu verfertigen. Bey einer Weite der Röhre von $\frac{1}{2}$ Pariſ. Linie wird die Länge derſelben etwa bis auf 6 Zoll hinreichend ſeyn.

Mit einer genauen Befolgung dieſer Vorſchriften ſtellte Herr Schmidt noch ein Paar Verſuche mit zwey, in Anſehung der Dimenſionen von einander verſchiedenen, Birnproben an, und fand, daß dieſe nicht nur vollkommen unter ſich harmonirten, ſondern daß auch ſelbſt die Verdünnungen nach der Birnprobe ſich gegen einander ſehr nahe verhielten, wie die Verdünnungen nach dem heberförmigen Barometer. Denn nach dem erſten Verſuche war die Verdünnung nach dem heberförmigen Barometer 33fach, nach der Birnprobe 42fach; nach dem andern Verſuche aber die Verdünnung nach dem heberförmigen Barometer 48fach, nach der Birnprobe 65fach. Es iſt daher keinem Zweifel unterworfen, daß die Unbeſtimmtheit in der Angabe der Birnprobe durch genaue Befolgung dieſer Vorſchriften vermieden werden könne. Allemal muß aber ein merklicher Unterſchied zwiſchen der Anzeige des Barometers und der der Birnprobe unter übrigens gleichen Umſtänden bleiben.

Daß die Luft, auch bey der ſtärkſten Verdünnung, noch ein Beſtreben zeigt, ſich nach allen Seiten

ten auszubreiten, oder daß ſie elaſtiſch ſey, war ſchon durch die erſten Erfinder der Luftpumpe mit hinreichender Gewißheit ausgemacht. Ob aber hiebey das bekannte Mariottiſche Geſetz anwendbar ſey, und ob ſelbiges überhaupt ganz allgemein ſtatt finde, war bisher noch unausgemacht. Kant hatte in ſeinen metaphyſiſchen Anfangsgründen der Naturwiſſenſchaft überhaupt erwieſen, daß alle Materie urſprünglich elaſtiſch ſey, und daraus das Geſetz zur Möglichkeit einer Conſtruktion der Zurückſtoßung abgeleitet: daß ſich die urſprünglich zurückſtoßenden Theile der Materie im umgekehrten Verhältniſſe des Würfels ihrer unendlich kleinen Entfernungen befinden müßten. Allein er meynt, aus dieſem Geſetz müßte nothwendig ein ganz anderes Geſetz der Ausdehnung und Zuſammendruckung derſelben, als das Mariottiſche Geſetz der Luft folgen; denn dieſes beweiſe fliehende Kräfte ihrer nächſten Theile, die im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Entfernung ſtehen, wie Newton bewieſen habe. Allein man könne die Ausdehnungskraft der letztern auch nicht als Wirkung urſprünglich zurückſtoßender Kräfte anſehen, ſondern ſie beruhe auf Wärme, die nicht bloß als eine in ſie eingedrungene Materie, ſondern allem Anſehen nach durch ihre Erſchütterungen die eigentlichen Lufttheile, denen man überdieß wirkliche Entfernungen von einander zugeſtehen könne, nöthige, einander zu fliehen. Daß aber dieſe Bebungen den einander nächſten Theilen eine Fliehkraft, die im umgekehrten Verhältniſſe ihrer Entfernung ſtehe, ertheilen müſſe, laſſe ſich nach den Geſetzen der Mittheilung der Bewegung durch Schwingung elaſtiſcher Materien wohl begreiflich machen.

Herr von Arnim [q]) aber bemerkt ganz richtig, daß ſich gegen dieſen von Kant angeführten Beweis mit Recht erinnern laſſe, daß er nicht nur auf ganz unerwieſenen Gründen, auf einer eigenen Wärmematerie, ihren Schwingungen, und auf Theilchen, wo alles noch ungetheilt ſich darſtelle, beruhe, ſondern daß er überdieß nach dieſen Annahmen nichts beweiſe, weil jene Wärmematerie andern Geſetzen, als jede andere Materie, folgen müſſe. Vielmehr ſucht Herr von Arnim aus Kant's eigenen Grundſätzen die allgemeine Gültigkeit des Mariottiſchen Geſetzes zu erweiſen. Er ſagt nämlich, ſobald bewieſen ſey, daß die Repulſiv- und Attraktivkraft gegenſeitig ſich ſo beſchränken, daß die Wirkſamkeit der einen im umgekehrten Verhältniſſe der Wirkſamkeit der andern ſtehe; wenn ferner bewieſen werde, daß die Stärke jener im umgekehrten Verhältniſſe der Räume, welche ſie erfülle, die Stärke der Anziehung, welche auf dieſelbe wirke, aber im umgekehrten Verhältniſſe der Wirkſamkeit der andern ſtehe; ſo werde die Repulſion in einer expanſibeln Flüſſigkeit, deren jetzige Raumerfüllung ſich zur vorigen wie $\mu : v$ verhält, ſeyn $R : r = v^3 . \mu^2 : \mu^3 . v^2 = v : \mu$. Da alſo die widerſtehenden Kräfte im verkehrten Verhältniſſe der Volumina wüchſen, ſo würden auch die ihnen entgegenwirkenden Kräfte dieſem Geſetze folgen müſſen.

Das Mariottiſche Geſetz dürfe nicht über ſein Gebiet ausgedehnt werden, alſo weder auf bloß gemengte Flüſſigkeiten, von welchen zwar jede in ihrer ſpecifiſchen Repulſion dem Geſetze folge, aber deren gemeinſchaftliche Zuſammendruckung nothwendig von dieſem Satze abweichen müſſe; noch auf Flüſſigkeiten, die

q) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. II. S. 238.

die während des Drucks zerſetzt werden. Es könne uns daher zugleich ein Prüfungsmittel abgeben, ob eine Flüſſigkeit gemiſcht oder gemengt ſey, und in dieſer Rückſicht würde aus den von Sulzer und Müller angeſtellten Verſuchen folgen, daß die Luft zwar im Ganzen ein Gemiſch ſey, daß ihr aber auch einige Flüſſigkeiten bloß beygemengt wären. Doch ließen ſich vielleicht dieſe Abweichungen aus der Zerſetzung der Waſſerdämpfe oder aus der geringen Menge kohlenſauren Gas allein nicht erklären, ſondern es gebe eine in vieler Hinſicht merkwürdige Erfahrung, die hier vielleicht zur Aufklärung gebraucht werden könne.

Cullen habe zuerſt die Beobachtung gemacht, daß beym ſchnellen Auspumpen der Luft aus einer Glocke das darin eingeſchloſſene Thermometer ſchnell um 2 bis 3 Grade falle, und allmählig wieder auf ſeinen vorigen Stand zurückkomme. Lambert und Sauſſüre haben das beſtätigt, und letzterer durch einige ſorgfältige Verſuche erwieſen, daß ein ſchnelles Verdunſten einer Flüſſigkeit die Urſache dieſer Erſcheinung ſey. Herr von Arnim meynt, hieraus werde ſo viel folgen, daß die Luft, bey ihrem Ausdehnen in einen größern Raum, die umgebenden Körper erkalte. Da aber jedes Wärmeverſchlucken der Körper, beſonders aber der Luft, mit Ausdehnung verbunden ſey, ſo werde die Repulſion der Luft beym Austreiben derſelben in einen größern Raum, oder beym Verdünnen derſelben, größer ſeyn, als nach dem urſprünglichen Geſetze für ihre Ausdehnung ſtatt finden ſollte. Umgekehrt werde aber einer dichtern Luft von den umgebenden Körpern Wärme geraubt werden, und dieſe dadurch einen geringern Grad von Repul-

ſion erhalten, als nach dem Geſetze ihrer Zuſammendruckung erfolgen ſollte, und dieß beſtätigten die Sulzer'ſchen und Müller'ſchen Verſuche.

Doch ließen ſich aus jenen Beobachtungen noch einige andere Schlüſſe ziehen, die für die Meteorologie nicht unwichtig wären. Man ſetze nämlich, die Luft in jeder Glocke wäre von den umgebenden Körpern und der dichtern Luft nicht wieder erwärmt worden, ſo würde das Thermometer darin immer niedriger geſtanden haben, als in der dichtern Luft. Dieſes finde nun wirklich in den obern Regionen unſerer Atmoſphäre ſtatt, wo dünnere Luft und keine wärmere Körper wären, und es werde daher, auch ohne Rückſicht zu nehmen auf die Erwärmung des untern Luftkreiſes durch die Erde, und ohne alle Hypotheſen von größerer oder geringerer Durchſichtigkeit der Luft, die größere Kälte der Luft, je höher man ſteige, erklärt ſeyn.

Wenn alſo gleich das Mariottiſche Geſetz allgemein gültig iſt, ſo kann es doch nur alsdann ſtatt finden, wenn die Luft gleich warm, gleich feucht und gleich gemiſcht iſt. Von der Wärme ſagt ſchon Lambert ſehr ſcharfſinnig, die Elaſticität der Luft werde durch ſie verſtärkt, durch den Druck aber vergrößert. Nach der Zeit aber ſind lieber die Ausdrücke abſolute und ſpecifiſche Elaſticität eingeführt worden. Unter jener verſteht man die Stärke, womit die Luft der zuſammendruckenden Kraft widerſteht, an ſich, ohne auf andere Umſtände, z. B. Wärme, Dichtigkeit u. ſ. Rückſicht zu nehmen. Dieſe Elaſticität muß jederzeit der druckenden Kraft proportional ſeyn. Das Mariottiſche Geſetz findet daher nur bey der abſoluten Elaſticität ſtatt. Da aber einerley Materie bey ungleiſ

gleicher Wärme und ungleicher Dichtigkeit, ſo wie verſchiedene Materien von ungleicher Dichtigkeit, dennoch gleich ſtark drucken können, ſo heißt diejenige ſpecifiſch-elaſtiſcher, als die andere, welche bey geringerer Dichtigkeit gleich ſtark druckt, bey eben derſelben Dichtigkeit aber einen größern Druck ausübt.

Vermiſchte Bemerkungen und Erfindungen.

Was den Einfluß der Wärme auf die Ausdehnung der Luft betrifft, ſo ließ ſich aus Amonton's Verſuchen ſchließen, daß die Elaſticität einer und eben derſelben Luftmaſſe, wenn die Dichtigkeit gleich bleibt, durch die Wärme in eben dem Verhältniſſe wächſt, als die Luft durch die Wärme in einen größern Raum ſich ausdehnt. Aus dieſem Satze, mit dem Mariottiſchen Geſetze verbunden, folgt, daß die Elaſticität von einerley Menge Luft ſich wie das Produkt der Wärme in die Dichtigkeit, oder, welches eben ſo viel iſt, daß ſich die ſpecifiſche Elaſticität wie die Wärme verhalte. Herr Lempe [r]) hat gezeigt, wie man dieſen Satz durch die Elementarmathematik herleiten könne. Mit Amonton's Erfahrungen kommen die Verſuche anderer Naturforſcher nicht überein. Allein Herr Lempe ſucht dieſe Abweichungen dadurch zu erklären, daß die Verſuche mit eingeſchloſſener Luft angeſtellt ſind, in welcher die Elaſticität der beygemiſchten Dämpfe nach ganz andern Geſetzen, als in freyer Luft, wirke.

Der Ritter Shukburgh [s]) beſtimmt die Ausdehnung des Luftvolumens durch die Wärme für jeden

r) Beytrag zur Aerometrie; in Gren's Journ. d. Phyſ. B. VII. S. 163.

s) Philoſoph. Tranſact. 1777. P. I. n. 29.

den Fahrenheitſchen Grad aus ſeinen Verſuchen auf 2,43 Tauſendtheile.

William Roy[t]) fand aus ſeinen mittelſt des Amontonſchen Luftthermometers ſehr ſorgfältig angeſtellten Verſuchen, daß ſich die Luft bey den gewöhnlichen Temperaturen (60 bis 70 Grad nach Fahrenh.) für jeden veränderten Grad Wärme um 2,45 Tauſendtheile des ganzen Volumens ausdehne. Dieß beträgt 2,69 Tauſendtheile desjenigen Volumens, welches die Luft bey der Temperatur des Eispunktes hat.

Kramp[u]) nimmt nach Mayers Beſtimmungen der aſtronomiſchen Strahlenbrechung an, daß ſich die Luft, wenn das Reaumürſche Thermometer auf 10 Grad ſteht, für jeden durch die Wärme veränderten Grad um $\frac{1}{220}$ des Luftvolumens ausdehne. Nimmt man alſo bey 10 Grad nach Reaumur die ſpecifiſche Elaſticität der Luft = 220 an, ſo wird ſie beym Eispunkte = 210, beym Siedpunkte = 290 ſeyn, und ſich vom Eispunkte bis zum Siedpunkte um $\frac{80}{210}$ oder um 381 Tauſendtheile ausdehnen, welches für jeden Fahrenheitſchen Grad 2,117 giebt.

Herr von Sauſſure[x]) glaubte aus ſeinen Verſuchen annehmen zu dürfen, daß ſich die Luft zwiſchen dem 6. Grad nach Reaumür bis zum 22. in jedem Grade zugenommener Wärme um $\frac{1}{235}$ ihres Volumens ausdehne.

Die Erfahrungen der Herren Vandermonde, Berthollet und Monge[y]) beſtimmen die Ausdeh-

t) Philoſoph. Tranſact. 1777. P.I. n. 34.
u) Geſchichte der Aeroſtatik. Th. I. S. 112.
x) Hygrometrie. §. 113.
y) Mémoir. ſur la fer; in den Mémoir. de Paris 1786.

dehnung der atmoſphäriſchen Luft durch einen jeden Grad Wärme nach Reaumür auf $\frac{1}{184,8}$ ihres Umfanges, mithin vom Eispunkte bis zum Siedpunkte = 0,4328.

Von allen dieſen Angaben weichen die Beſtimmungen des Herrn Prieſtley [z]) beträchtlich ab. Zehn Grad Wärme nach Fahrenh. dehnten nach ſeinen Verſuchen ein Luftvolumen von 13 Maas um 1,32 engl. Cubikzoll, mithin um $\frac{1}{19,2}$ ihres Volumens aus. Auf dieſe Weiſe wird die Ausdehnung des ganzen Raums zwiſchen dem Eis- und Siedpunkte = 0,9375, und für jeden Grad nach Reaumürſcher Skale $\frac{1}{85}$.

Durch dieſe ſehr großen Abweichungen der Ausdehnung der Luft durch die Wärme wurden die Herren Morveau und Duvernois veranlaßt, genauere Verſuche darüber anzuſtellen, wovon die Reſultate dahin gehen, daß die Ausdehnung der Luftmaſſe keinesweges gleichförmig erfolge, ſondern mit ſteigender Wärme größer werde [a]). Beym Barometerſtande von 26 Zoll 9½ Linien betrug die Vermehrung des anfänglichen Umfanges trockener atmoſphäriſcher Luft

von	0	bis	20°	nach	Reaum.	0,0789
-	0	-	40	-	-	0,2570
-	0	-	60	-	-	0,6574
-	0	-	80	-	-	0,9368

Es

z) Experim. and obſervat. Vol. V. ſect. 32.

a) Annales de chemie T. I. 1789. p. 256. und in Grens Journ. d. Phyſ. B. I. S. 293. f.

Es beträgt alſo die Ausdehnung der Luftmaſſe vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte 0,9368, welches mit Prieſtley's Angaben übereinſtimmend iſt. Nach dieſen Angaben macht nun die Vermehrung des Umfanges der Luftmaſſe aus

von 0 bis 20°	- -	0,0789	=	$\frac{1}{12,67}$
- 20° - 40°	- -	0,1781	=	$\frac{1}{5,161}$
- 40° - 60°	- -	0,4004	=	$\frac{1}{2,49}$
- 60° - 80°	- -	0,2794	=	$\frac{1}{3,57}$

Nach dieſen Verſuchen wäre alſo bewieſen, daß die bisherigen Beſtimmungen der Luftausdehnung durch die Wärme nichts Zuverläſſiges gäben, ſondern daß man vielmehr, um etwas Sicheres zu erhalten, die Ausdehnung für jeden Grad Wärme beſonders beſtimmen müſſe. Auch hat de Morveau Verſuche über den Einfluß der Wärme auf einige Luftarten angeſtellt. Das Volumen, beym Eispunkte = 1 geſetzt, ward bis zum Siedpunkte ausgedehnt

bey dephlogiſtiſirter Luft um		5,4767
- phlogiſtiſirter	- -	6,9412
- leichter brennbarer	- -	1,3912
- Salpeterluft	- -	1,6029
- luftſaurem Gas	- -	2,0094
- Ammoniakgas	- -	6,8009

Da die Reſultate der Herren Morveau und Duvernois über die Ausdehnung der Gasarten durch die Wärme von den übrigen um ein Beträchtliches verſchieden ausfielen, ſo vermuthete Herr

Prof.

Prof. Schmidt [b]) in Gießen, daß bey ihren Verſuchen einige Fehler eingeſchlichen ſeyn möchten. Deßwegen unternahm er es, eigene Verſuche darüber anzuſtellen, aus welchen er folgende Reſultate zog.

Ausdehnung	von 0° bis 80° Reaum.
der atmoſphäriſchen Luft =	0,3574 gleichförmig
des Sauerſtoffgas	0,3213 gleichförmig
des Waſſerſtoffgas	0,4400 ſehr nahe gleichförmig
des kohlenſauren Gas	0,4352 ſehr nahe gleichförmig
des Stickgas	0,4787 ſehr nahe gleichförmig

Einige Jahre darauf haben auch die Herren Gay-Lüſſac [c]) und Joh. Dalton [d]) zu gleicher Zeit Unterſuchungen über dieſen noch zweifelhaften Gegenſtand angeſtellt, ohne von Herrn Schmidt's Bemühungen etwas gewußt zu haben. Nach des Erſtern Verſuchen dehnt ſich eine Luftmenge, die bey der Temperatur des ſchmelzenden Schnees ein Volumen von 100 Theilen einnimmt, bis zur Siedhitze des Waſſers erwärmt, aus

von atmoſphäriſcher Luft	um	37,5
von Waſſerſtoffgas	-	37,52
von Sauerſtoffgas	-	37,49
von Stickgas	-	37,49 Theile.

Da dieſe Unterſchiede nur bis auf 2 Zehntauſendtheile des anfänglichen Gasvolumens ſteigen, ſo ſind dieſe nach Gay-Lüſſac's Meynung unſtreitig bloß zufälligen Umſtänden zuzuſchreiben, und es läßt ſich daher hieraus mit Zuverläſſigkeit der Satz aufſtel-

b) Gren's neues Journ. der Phyſ. B. IV. S. 370. ff.
c) Annales de chemie. T. XLIII. p. 137. ſqq.
d) Memoirs of the Litterary and Philoſ. ſociety of Mancheſter. 8. Vol. V. P. II. Lond. 1802. p. 595.

ſtellen, daß gleiche Volumina dieſer vier Gasarten ſich bey einer Temperaturerhöhung vom Froſt- bis zum Siedpunkte genau gleichviel ausdehnen.

Aus den Verſuchen mit den übrigen Gasarten glaubt Gay-Lüſſac unwiderſprechlich folgern zu dürfen, daß überhaupt alle Gasarten ſich durch gleiche Grade von Wärme unter übrigens gleichen Umſtänden verhältnißmäßig ganz gleich expandiren.

Durch Dalton's Verſuche wurde derſelbe Satz, den Gay-Lüſſac aus ſeinen Verſuchen gefolgert hatte, aufs vollkommenſte beſtätigt. Dalton bemerkt zugleich, daß dieſes Geſetz offenbar beweiſe, daß die Ausdehnung aller expanſiblen Flüſſigkeiten, Gasarten ſowohl als Dämpfe, lediglich von der Wärme abhange, indeß bey der Ausdehnung feſter und tropfbar flüſſiger Körper zwey entgegenſtrebende Kräfte, die der Wärme und der chemiſchen Verwandtſchaft, ins Spiel kämen, wovon die eine bey einerley Temperatur conſtante, die andere eine variable nach der Natur des Stoffs ſich richtende Kraft iſt. Daher die Ungleichheit in der Dilatation dieſer letztern Körper.

Das Monometer, welches Otto von Guerike angegeben hatte, hat durch Herrn Fouchy [e]) eine vollkommenere Einrichtung erhalten. Er ſchlug vor, dieſem Inſtrumente den Namen Daſymeter zu geben, welches eben ſo viel heißt, als Dichtigkeitsmaaß. Es beſteht aus einem Lineal, ungefähr von der Geſtalt eines Wagebalkens. An dem einen

e) Deſcription d'un daſymétre in Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1780. p. 73. im Gothaiſch. Magazin. B. III. St. 4. S. 93. f.

einen Ende hängt eine ſehr dünn geblaſene, feſt verſchloſſene und am beſten zugeſchmolzene Glaskugel von 15 Zoll im Durchmeſſer. Am andern Ende des Lineals iſt in gleicher Entfernung von der Mitte ein bleyernes Gegengewicht angebracht, welches mit der Glaskugel bey mittlerer Dichtigkeit der Luft genau das Gleichgewicht hält. Bey der angenommenen Größe der Glaskugel kann ſie etwa 1 Cubikfuß Luft faſſen, wovon das Gewicht bey mittlerer Dichtigkeit ohngefähr auf 720 Gran zu ſchätzen iſt. Das Gegengewicht der Glaskugel, welches Herr Fouchy angewendet hatte, betrug 2304 Grän, und ohne die in ihr enthaltene Luft 2304 — 720 = 1584 Grän. Da nun das Gewicht der Luft, welche ſich an der Stelle der Kugel befinden konnte, vermöge der Beobachtungen im Winter etwa $\frac{1}{6}$ oder $\frac{720}{6}$ = 120 Grän zu; und im Sommer um eben ſo viel abnimmt, und dieſe 120 Grän den 13ten Theil von dem mittleren Gewichte der Kugel (1584 Grän) ausmachen, ſo wird dieſes Gewicht im Winter um $\frac{1}{13}$ ab; und im Sommer um $\frac{1}{13}$ zunehmen. Soll alſo nun das Gegengewicht mit der Glaskugel beſtändig das Gleichgewicht halten, ſo muß im Sommer die Kugel, und im Winter das Gegengewicht dem Ruhepunkte des Lineals um $\frac{1}{13}$ ſeiner Entfernung näher gebracht werden, oder, welches eben das bewirkt, der Ruhepunkt muß um die Hälfte dieſer Größe, mithin um $\frac{1}{26}$ der Entfernung, von den Enden verſchoben werden können.

Der Hebel iſt hierbey als ein bloß mathematiſcher angenommen worden; bringt man aber das Gewicht des Lineals ſelbſt mit in Anſchlag, ſo findet

man die erforderliche Größe der Verſchiebung des Ruhepunkts nach dieſer Proportion: wie ſich verhält das Gewicht der Kugel + dem halben Gewichte des Wagebalkens weniger der halben Veränderung des Gewichts der Luft von der Größe der Kugel zu dieſer halben Veränderung des Luftgewichts, eben ſo verhält ſich die halbe Länge des Balkens zu dem Stück, um welches ſich der Unterſtützungspunkt von der Mitte nach jeder Seite muß verſchieben laſſen. Hierdurch werden nur die Grenzen der Verſchiebung beſtimmt; dieſes Werkzeug ſoll aber auch ganz geringe Veränderungen anzeigen, wobey das Gewicht der Kugel z. B. nur um 1 Grän zu= oder abnimmt. Weil aber hierzu das Aufhängen des Balkens nach der gewöhnlichen Art nicht zureichend iſt, ſo giebt Fouchy ſeinem Wagebalken keine Zapfen, ſondern bringt um die Mitte Stücke an, deren untere Fläche, wie der Fuß einer Wiege, gekrümmt iſt, damit der Balken darauf hin= und hergehen, und ſich allezeit auf den Punkt ſetzen kann, welcher ihm zur Erhaltung des Gleichgewichts nöthig iſt. Die geometriſche Verzeichnung dieſer Curve, nach welcher die Fläche der Unterlage gebildet werden muß, zeigt Herr Fouchy in der Abhandlung. Die vorhin angegebene Proportion dient ihr zur Grundlage, und hat eine ſolche Einrichtung, daß die Veränderung des Gewichts und der Dichtigkeit der Luft durch den Neigungswinkel des Balkens, welcher ihnen proportionirt iſt, angegeben werden. Durch dieſe Einrichtung fällt die Friktion gänzlich weg; auch die Vergleichbarkeit ſolcher Werkzeuge wird durch Verſchiedenheit der Größe und des Gewichts der Kugel oder der Länge des Wagebalkens nicht gehindert. Die krumme Linie läßt Fouchy ſehr fein poliren, und belegt

belegt die wagrechte Unterlage, worauf ſie ſich wiegt, mit Spiegelglas, wobey alles ſo eingerichtet iſt, daß der Balken ſich nicht über 30° auf jeder Seite neigt.

Weil bey dieſem Werkzeuge die Veränderungen der Dichtigkeit der Luft den Neigungswinkeln des Balkens proportional ſind, ſo könnten ſie durch einen an den Balken angebrachten Gradbogen gemeſſen werden; allein hierdurch würden Ungleichheiten in den Gewichten beyder Arme veranlaßt werden, wodurch das Inſtrument in ſeinem Gange eine Störung litte. Daher befeſtigt Fouchy hinter dem bleyernen Gegengewichte eine Skale am Fuße des Inſtruments in vertikaler Stellung, und giebt derſelben, von der Stelle des Gewichts bey wagrechtem Stande des Balkens an auf- und abwärts gerechnet, Theile, welche ſich wie die Unterſchiede der Sinus für die Winkel von 0° bis 30° verhalten. Dieſe ungleichen Abtheilungen zeigen gleiche Veränderungen der Neigungswinkel, mithin auch der Dichtigkeit der Luft an, weil die Räume, um welche das Gewicht ſteigt und ſinkt, die Sinus der Neigungswinkel vorſtellen.

Oberhalb der Kugel und des Gewichts können an beyden Enden noch ein Paar leichte Wagſchalen angebracht werden, um darin halbe oder ganze Grane einzulegen, damit man die Räume, um welche dadurch das Gegengewicht ſteigt oder ſinkt, auf einer beſondern Abtheilung der Skale bemerken kann. Dieſe Abtheilung giebt alsdann ſogleich die abſoluten Gewichte an, und giebt ſelbſt ein Mittel ab, die Genauigkeit der Krümmung zu prüfen.

Die Empfindlichkeit dieſes Werkzeugs beruht auf der Größe der Verrückung des Unterſtützungspunkts. Dieſe hat hier eine ſolche Beſtimmung er-

halten, als es zum Gebrauche bey meteorologiſchen Beobachtungen nöthig iſt. Will man es aber zu andern Abſichten gebrauchen, ſo muß man dazu andere Balken mit andern Verhältniſſen der Verrückung des Ruhepunkts, und für jeden ſolchen Balken eine eigene Skale haben, welche ſich ſtatt der vorigen in einen am Fußgeſtelle befeſtigten Rahmen einlegen läßt.

Noch eine andere vorzüglich verbeſſerte Einrichtung des Guerickeſchen Monometers hat Herr Prof. Gerſtner[f]) unter dem Nahmen einer Luftwage beſchrieben. Ihr Gebrauch iſt eigentlich zu barometriſchen Höhenmeſſungen beſtimmt, und giebt das Gewicht eines Cubikzolls Luft in derjenigen Schicht unmittelbar an, in welcher ſie aufgeſtellt iſt. An dem einen Ende eines gleicharmigen und in gleiche Theile abgetheilten Hebels (fig. 38.) oder Wagebalkens acb hängt eine leichte hermetiſch verſchloſſene Glasflaſche, und an dem andern ein metallenes Gegengewicht. Die körperlichen Inhalte beyder werden durch hydroſtatiſche Verſuche genau beſtimmt. Der Unterſchied beyder körperlichen Räume ſey = δ. Um die Wage bey veränderter Dichtigkeit der Luft ins Gleichgewicht zu bringen, dient das Laufgewicht l, welches einige Grane zu wiegen braucht. Die Wage ſelbſt iſt aus gutem trockenen Holze gemacht, und mit einem guten Siegellackfirniſſe überzogen. Vermittelſt der Waſſerwage de wird dieſes Inſtrument in wagrechten Stand gebracht. Zwey Ringe d und e halten dieſe Waſſerwage über der Axe des Inſtruments, ſo daß das Laufgewicht l ungehindert darunter weggeſchoben werden kann. Wenn dieſe Luftwage zu

f) Beobachtungen auf den Reiſen nach dem Rieſengebirge. S. 288. f. S. 298. f.

zu Beobachtungen in der freyen Luft gebraucht wird, ſo ſtellt man ſie in ein geräumiges hölzernes Gehäuſe, deſſen beyde Wände vor jeder Beobachtung eine lange Zeit offen ſtehen, bey der Beobachtung ſelbſt aber verſchloſſen werden, um die Wirkung des Windes und die natürliche Wärme des Beobachters abzuhalten. Eine jede Abwägung wird jederzeit noch einmal wiederholt, und dabey Flaſche und Gegengewicht verwechſelt. Finden ſich alsdann hiebey die Entfernungen des Laufgewichts bl und am ungleich groß, ſo wird zwiſchen beyden das arithmetiſche Mittel genommen.

Den Werth der Abtheilungen des Wagebalkens beſtimmt Herr Gerſtner auf folgende Art: er ſucht zuerſt das Gewicht eines Cubikzolls von demjenigen Queckſilber, womit ſein Barometer gefüllt iſt. Dieß ſetze man $= q$. Hierauf mißt er eine mäßige Höhe (von 100 bis 400 Klaftern), und beobachtet einige mal ſowohl am obern als untern Endpunkte derſelben die Barometerhöhe und den Stand des Laufgewichts auf der Luftwage mit aller Genauigkeit. Man ſetze nun, die mittlere Entfernung des Laufgewichts vom Gegengewichte an beyden Standorten ſey $= \varepsilon$, die gemeſſene Höhe $= x$, die Barometerhöhe am untern Standorte $= \alpha$, am obern $= \varphi$, ſo iſt das mittlere Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \frac{\alpha - \varphi}{x} . q$.

Man ſetze nun ferner, bey einem andern Zuſtande der Luft ſey der Abſtand des Laufgewichts vom Gegengewichte $= \varrho$, die Länge eines Arms der Wage $= \lambda$, und das abſolute Gewicht des Laufgewichts $= \pi$, ſo muß jetzt die Luft in dem Raume

δ nun $\frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} \pi$ mehr wiegen, und das Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \gamma$ um $\frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} \cdot \frac{\pi}{\delta}$ größer ſeyn; mithin iſt $\gamma = \frac{\alpha - \varphi}{x} \cdot q + \frac{\varrho - \varepsilon}{\lambda} \cdot \frac{\pi}{\delta}$.

Aus dieſer Formel läßt ſich eine Tabelle verfertigen, welche das Gewicht der Luft für jeden Stand der Luftwage oder für jedes ϱ anzeigt. Bey Herrn Gerſtners Luftwage war

$\delta = 22{,}05$ Cubikzoll $\quad \varepsilon = 42\frac{2}{3}$ Linien
$q = 4195\frac{1}{4}$ Gran $\quad x = 350\frac{1}{2}$ Klafter
$\pi = 5\frac{1}{3}$ Gran $\quad \lambda = 192$ Linien.
$\alpha - \varphi = 24{,}6$ Linien $= \frac{41}{1440}$ Klafter

mithin $\gamma = \frac{41}{1440 \cdot 350\frac{1}{2}} \cdot 4195\frac{1}{4} + \frac{\varrho - 42\frac{2}{3}}{192} \cdot \frac{5\frac{1}{2}}{22{,}05}$

$$= 0{,}287 + \frac{\varrho}{794},$$

woraus man die Werthe für γ findet, wenn man für ϱ nach und nach alle Zahlen von 0 bis 384 (für einen Wagebalken von 384 Linien) ſetzt.

Eine ſolche Einrichtung hatte Herrn Gerſtners Wage. Am 11ten Aug. 1788 fand er auf der Spitze der Schneekoppe im Rieſengebirge den Stand des Luftgewichts oder $\varrho = 19$ Linien, folglich das damalige Gewicht des Cubikzolls Luft $= 0{,}287 + \frac{19}{794}$, d. i. 0,311 Grän. Am Fuße des Berges in Marſchendorf war zu gleicher Zeit $\varrho = 48{,}5$ Linien, mithin

hin das Gewicht eines Cubikzolls Luft $= 0{,}287 + \frac{48{,}5}{794}$ d. i. 0,348 Grän.

Dieß Werkzeug erhält noch mehr Bequemlichkeit, wenn auf dem Wagebalken ſelbſt die den Abtheilungen zugehörigen Luftgewichte beygeſchrieben werden. Dabey läßt ſich noch außerdem die Einrichtung ſo treffen, daß eine jede Abtheilung mit 0,001 Gran Veränderung des Luftgewichts übereinſtimmt. Bey Herrn Gerſtners Wage, wo der höchſte Werth für $\varrho = 384$ Linien iſt, mithin γ nicht unter 0,287 und nicht über $0{,}287 + 0{,}484$ betragen kann, wäre der Wagebalken in 484 Theile zu theilen, und bey b 287 zu ſetzen; auf dieſe Art würden die Theile, bis a fortgezählt, das Luftgewicht unmittelbar in Tauſendtheilen des Ganzen angeben. Die Formel zeigt, daß dieß ſtatt findet, ſo oft $\frac{\pi}{\lambda\delta} = 1000$ iſt. Theilt man alsdann λ oder jeden Arm der Wage in 1000 Theile, und giebt dem Laufgewichte l ſo viel Gran, als der 10te Theil von δ Cubikzoll beſitzt, ſo unterſcheidet jede Abtheilung $\frac{1}{1000}$ Gran vom Gewichte eines Cubikzolls Luft. Iſt nun der Arm 100 Linien lang, ſo kann man auch leicht von jeder Linie noch den zehnten Theil unterſcheiden, mithin das Laufgewicht bis auf 0,0001 Gran beſtimmen, welches für barometriſche Höhenmeſſungen mehr als hinreichend iſt. Wenn einmal eine ſolche Luftwage gehörig abgetheilt iſt, ſo kann jede andere nach ihr graduirt werden, wozu Herr Gerſtner umſtändliche Vorſchriften giebt.

In Anſehung der Luftſchifferey iſt dieſer Zeitraum beſonders merkwürdig geworden. Als etwa um das Jahr 1766 Cavendiſh die große Leichtigkeit des brennbaren Gas entdeckt hatte, kam einige Zeit darauf D. Black auf den Gedanken, daß eine dünne Blaſe mit dieſer Luft gefüllt aufſteigen würde, ohne jedoch einen Verſuch anzuſtellen. Im Jahr 1781 fieng Cavallo [g]) an, mit brennbarer Luft Verſuche anzuſtellen; er füllte zuerſt Seifenblaſen damit, welche nach Wunſche gut in die Höhe ſtiegen. Er glaubte hieraus ſchließen zu können, daß man auch Körper von beträchtlichem Gewichte in der Luft erhalten könne, wenn man die entzündbare Luft in eine feſte und undurchdringliche Hülle einſchlöſſe, und verfertigte daher aus ſehr feinem Papier einen länglichten Sack, 3 bis 4 Fuß weit; ſahe aber, daß das entzündbare Gas durch das Papier drang. Hierauf verſuchte er, Schweinsblaſen mit eben dem Gas zu füllen; es gelang ihm aber nie, ſie leicht genug zu machen. Eben ſo gieng es ihm mit Fiſchblaſen. Nunmehr glaubte er, der Verſuch könnte gelingen, wenn man einen Beutel aus zuſammengeleimter Goldſchlägerhaut verfertigte; allein dieſen Verſuch hat er nicht ausgeführt. Die eigentlichen Erfinder der Aeroſtaten waren die Gebrüder Stephan und Joſeph Montgolfier im Jahre 1782. Dieſe beyden Herren, Eigenthümer der Papiermanufakturen zu Annonay in Vivarais, ſollen durch folgende Betrachtungen auf dieſe kühne Erfindung gekommen ſeyn: ſie ſahen nämlich den Rauch aus Schornſteinen beſtän-

g) The hiſtory and practice of aëroſtation by *Tib. Cavallo.* Lond. 1785. 8. p. 34. Geſchichte und Praxis der Aeroſtatik von Tiber. Cavallo. Leipz. 1786. 8. S. 84. f.

ſtändig in die Höhe ſteigen, und bedachten dabey zugleich, daß, ſo wie der Rauch, auch die Dünſte mittelſt der Wärme in die Atmoſphäre aufſteigen, ſich daſelbſt anſammlen und ungeachtet ihrer Schwere als Wolken ſchwebend erhalten, und durch die Winde mit Leichtigkeit hin und her getrieben würden. Dieſe Betrachtungen zeigten ihnen wenigſtens die Möglichkeit, daß auch ſpeciſiſch ſchwerere Körper, als die Luft, durch Wärme in die Atmoſphäre gebracht und daſelbſt ſchwebend erhalten werden könnten, wenn nur die Hülle, welche die Wärme aufnehme, ſie nicht ſo geſchwind wieder fahren laſſe.

Der ältere Montgolfier verfertigte ſich nun ein Parallelepipedum von Taffent 40 Cubikfuß groß, welches, nachdem es inwendig mit brennendem Papier erhitzt ward, in freyer Luft eine Höhe von ungefähr 70 Fuß erreichte. Dadurch wurden die beyden Brüder Montgolfier veranlaßt, unter andern Verſuchen einen Luftball am 5ten Jun. 1783 zu Annonay in Vivarais in die Höhe ſteigen zu laſſen. Dieſer Ball war von Leinwand gemacht, die man an Netze von Bindfaden geheftet hatte; beſonders aber war er noch mit Papier gefüttert, der Umfang deſſelben betrug ohngefähr 100 Pariſ. Fuß. Unten am Boden hatten ſie eine Oeffnung gelaſſen, durch welche die zuſammengefaltete Hülle vermittelſt eines darunter gemachten Strohfeuers entfaltet wurde. Dadurch ſchwoll die Hülle auf, und ſtieg zu einer Höhe von ungefähr 1000 Toiſen, blieb 10 Minuten in der Luft, und fiel ganz ſanft 7200 Fuß von dem Ort des Aufſteigens zuſammengefaltet nieder. Der körperliche Inhalt der Kugel war ungefähr 22000 Cubikfuß. Rechnet man die Luft etwa 800 mal leichter als das

Waſſer, ſo verdrängte der Ball 1560 Pfund atmoſphäriſche Luft. Die innere erhitzte Luft rechneten ſie halb ſo ſchwer als die äußere, alſo 780 Pfund, und die ganze Maſchine wog 500 Pfund; folglich wog alles zuſammen 1280 Pfund. Weil nun der Trieb, in die Höhe zu ſteigen, 1560 Pfund betrug, ſo war dieſer doch noch um 280 Pfund größer, als die Schwere der ganzen Maſſe; mithin mußte die Maſchine mit einer großen Geſchwindigkeit in die Höhe gehen.

Als die Pariſer Gelehrten von dieſem Montgolfierſchen Verſuche Nachricht eingezogen hatten, ſo entſchloſſen ſie ſich, ihn ebenfalls nachzuahmen; da ſie aber nicht wußten, welches Mittels ſich die Gebrüder Montgolfier zur Füllung des Luftballs bedient hatten, ſo wählten ſie hiezu brennbare Luft. Herr Charles, Profeſſor der Phyſik, und die beyden Mechaniker Robert führten dieſen Verſuch am 27ten Aug. 1783 aus. Der Luftball war von Taffent und mit Firniß von elaſtiſchem Harz überzogen. Der Durchmeſſer dieſes Balls hatte 12 Fuß 2 Zoll und der kubiſche Inhalt etwa 943 Fuß. Er wog ohne Luft 25 Pfund, und ſtieg nach der Füllung mit brennbarer Luft auf 488 Toiſen. Erſt nach $\frac{3}{4}$ Stunden fiel er 5 Stunden weit von Paris ſanft nieder. Die Füllung des Luftballs geſchahe anfänglich mittelſt eines großen Schrankes mit 5 Schiebkäſten, die mit Bley ausgefüllt waren, über denen oben ein Rohr hinausgieng, das an dem an der Kugel befindlichen Hahn paßte. Die Schiebkäſten füllte man mit Eiſenfeile und verdünnter Vitriolſäure an, ſchloß ſie zugleich zu, und ſchnitt alle Verbindung mit der äußern Luft durch einen Schieber ab. Dieſe

ſe Vorrichtung fand man aber unbequem, und ſetzte binnen 2 Stunden eine beſſere an ihre Stelle. Dieſe beſtand aus einem ſenkrecht aufgeſtellten Faſſe, das oben mit einer Oeffnung verſehen war, durch welche man Eiſenfeile und geſchwächten Vitriolgeiſt in großer Menge hineingoß, und jedesmal die Oeffnung gleich wieder verſtopſte. Auf ſolche Art gieng die brennbare Luft durch eine kleine Oeffnung zuerſt in eine Röhre von Blech, nachher aber durch ein kupfernes mit elaſtiſchem Harz überzogenes Rohr, und von da drang ſie weiter durch einen an der Mündung der Kugel befindlichen Hahn in das Innere der Kugel. Nach einigen fruchtloſen Verſuchen glückte es endlich, daß ſich der Ball erhob. Die Aeroſtaten theilten ſich alſo gleich bey Erfindung derſelben in zwey Claſſen, nämlich in diejenigen, welche mit erhitzter Luft, und in diejenigen, welche mit brennbarer Luft gefüllt wurden.

Der jüngere Montgolfier, welcher nach Paris gereißt war, machte im Septemb. 1783 zwey verſchiedene Verſuche im Großen, den einen für die Akademie der Wiſſenſchaften, und den andern für den König und die königliche Familie. Der am 19ten Sept. zu Verſailles für den König angeſtellte Verſuch war vorzüglich merkwürdig: der Luftball hatte die Geſtalt eines Sphäroids, war von Leinwand verfertigt, 57 Fuß hoch, 41 Fuß breit, und wurde mittelſt der Verbrennung von 80 Pfund Stroh auf 240 Toiſen hoch in die Luft geführt. Mit dieſem Balle wurden in einem beſondern Käfige ein Hammel, eine Ente und ein Hahn mit in die Höhe genommen. Er blieb 8 Minuten lang in der Luft, und fiel ganz ſanft, ohne irgend eine Beſchädigung dieſer Thiere, 1700 Toi-

ſen

ſen weit von dem Orte des Aufſteigens nieder. Im Oktob. dieſes Jahrs verfertigte dieſer Montgolfier abermals einen Luftball, 70 Fuß hoch und 46 Fuß breit. An dieſem wurde unten am Boden eine Gallerie von leichtem Holze an Stricken hängend mit dem Luftball verbunden, in welcher man hin und her gehen konnte. Unter der am Boden des Luftballs befindlichen Oeffnung von 15 Fuß im Durchmeſſer ward eine Gluthpfanne von ſtarkem eiſernen Drath angebracht, um auf ihr von der Gallerie aus das Strohfeuer beſtändig unterhalten zu können. Mit dieſem Luftball erhob ſich Pilatre de Rozier, der ſich auf die Gallerie geſtellt hatte. Dieſer Pilatre de Rozier war alſo der erſte, welcher die Kühnheit hatte, ſich in die Luft zu erheben. Der Ball ſelbſt ſtieg auf 80 Fuß in die Höhe, indem man ihn mit Stricken zurückhielt. Einige Tage darauf ſtieg de Rozier wiederum auf, indem der Ball immer durch Stricke gehalten wurde, und machte von der Gallerie aus auf der Gluthpfanne bald ſtärkeres bald ſchwächeres Feuer an, um theils höher theils niedriger zu fahren. Nachher wurde de Rozier auf ſeiner Reiſe von dem Herrn Giroud de Vilette begleitet, und beyde ſtiegen zu einer Höhe von 324 Fuß. Nun wagte es auch der Marquis d'Arlandes, mit Rozier eine Luftreiſe aus dem Schloſſe la Muette vorzunehmen, indem die Luftmaſchine nicht mehr mit dem Seile zurückgehalten wurde. Sie wurden von dem Winde in der Luft über einen Theil der Stadt und über die Seine geführt, und kamen nach 25 Minuten auf 5000 Toiſen weit von dem Schloſſe la Muette unbeſchädigt wieder zur Erde.

Im December 1783 unternahmen die Herrn Charles und Robert aus Paris eine Luftreiſe.

Statt

Statt der Gallerie hatten ſie unter dem Luftballe ein Schiffchen angehängt, und den Luftball beſonders mit einem Ventil verſehen, um nöthigen Falls brennbare Luft herauszulaſſen, wenn ſie ſich niederlaſſen wollten. Den größten Verſuch dieſer Art machte der ältere Montgolfier im Januar 1784. Er und Pilatre de Rozier nebſt noch 5 andern Perſonen beſtiegen die Gallerie eines Balls, welcher 126 Fuß hoch und 103 Fuß breit, und mit verdünnter Luft gefüllt war. Dieſe Luftreiſe dauerte aber nur 12 Minuten, weil der Luftball einen Riß bekam, und ſchnell auf die Erde herabſank. Nach dieſer Zeit ſind hauptſächlich wegen Feuersgefahr die Luftbälle nicht mit erhitzter, ſondern mehr nach Charles Methode mit brennbarer Luft gefüllt worden. Nun hatte Pilatre de Rozier den Einfall, eine Luftreiſe über die Meerenge zu machen, welche Frankreich von England trennt; allein Herr Blanchard kam ihm hierin zuvor, und endigte ſeine Reiſe glücklich. Pilatre de Rozier wollte jedoch ſeinen Gedanken nicht fahren laſſen, und ſtieg mit ſeinem Freunde Romain mit einem doppelten Luftball, wovon der untere nach Montgolfier's, und der obere nach Charles Art gemacht war, in die Luft. Unglücklicher Weiſe gerieth die ganze Maſchine in Brand, und beyde ſtürzten von einer anſehnlichen Höhe tod herab. Dieſer Fall ward jedoch nicht abſchreckend. Blanchard gieng vielmehr nach England und wagte es, nach verſchiedenen vorhergegangenen Verſuchen, mit dem D. Jefferies aus Amerika eine Luftreiſe über den Kanal zu machen, welche auch am 7. Jan. 1785 binnen 2 Stunden 32 Minuten glücklich ausgeführt wurde. Nachher begab ſich Blanchard nach Deutſchland, und ſtellte an verſchiedenen Orten Luftreiſen an.

Er erfand vorzüglich den ſogenannten Fallſchirm, welcher faſt wie ein Regen- oder Sonnenſchirm gebildet iſt. Dieſer dient im Nothfalle dazu, um ſich mittelſt deſſelben ohne große Gefahr von einer Höhe auf die Erde herabzulaſſen.

So muthvoll auch die vielfältigen Verſuche, mit Aeroſtaten in die Luft zu ſteigen, gleich nach Erfindung derſelben angeſtellt wurden, ſo ſank doch endlich dieſes Unternehmen ſo tief herab, daß es zuletzt in gleichem Range mit Gaukelſpielen war, bis in den neueſten Zeiten vorzüglich die franzöſiſche Nation bey dem letztern Kriege einen ernſthaften Gebrauch von den Aeroſtaten gemacht hat.

Auch ſind verſchiedene Mittel angegeben worden, die Aeroſtaten, ſo wie die Schiffe auf dem Waſſer, nach jeder Gegend, nach welcher man hinzufahren gedenkt, zu lenken, und dieſe Erfindung zu einer wirklichen Luftſchifferey zu erheben. Allein alle dieſe vorgeſchlagenen Mittel haben bisher noch kein Genüge geleiſtet.

Für denjenigen, welcher Luſt hat, ſich umſtändlich von den Verſuchen der Luftſchifferey zu belehren, führe ich noch folgende Schriften an:

Geſchichte der Aeroſtatik, hiſtoriſch, phyſiſch und mathematiſch bearbeitet von H. D. Kramp. Strasburg 1784. 8. Th. II. Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik von D. Kramp. Strasburg 1786. 8. Beſchreibung der Verſuche mit den aeroſtatiſchen Maſchinen von Faujas de St. Fond. a. d. Franz. Leipz. 1784. 8. Fortgeſetzte Beſchreibung der Verſuche mit den aeroſtatiſchen Maſchinen, a. d. Franz. mit Zuſätzen des Ueberſetzers. Leipz. 1785. 8. De-

cou-

couverte d'un point d'appui dans l'air à l'uſage des machines aeroſtat. pour naviger contre le vent addreſſé p. M. D. à M. *Montgolfier.* en France 1784. 8. Le ſpectateur du Nord und Journal der neueſten Weltbegebenheiten 8tes Heft. Aug. 1797. Altona 8. S. 497.

Bewegung der Luft.

Bisher hatte man geglaubt, daß Halley die beſtändigen Oſtwinde der heißen Zone am richtigſten erklärt habe; allein Herr Hube[h]) hat dieſer Erklärung wichtige Gründe entgegengeſetzt. Nach ihr, ſagt er, hienge der allgemeine Oſtwind bloß von dem Unterſchiede in der täglichen Wärme des Ortes ab. Dieſer Unterſchied iſt aber in den kalten Ländern noch viel größer, als unter der Linie. Daher müßte ſich auch bey uns des Nachmittags die erwärmte weſtliche Luft erheben, und der kältern öſtlichen Platz machen. Und wenn auch dieſer allgemeine Wind bey uns nicht völlig öſtlich, ſondern nordöſtlich wäre, ſo müßte er doch regelmäßig ſeyn. Wir bemerken aber dergleichen nicht, und wollte man Urſachen angeben, die dieſen regelmäßigen Gang verhinderten, ſo müßte man zeigen, daß dieſe Urſachen in der heißen Zone nicht ſtatt finden.

Ferner folgt aus Halley's Erklärung nicht, daß die Bewegung der Luft nach Oſten den ganzen Tag daure. Bey Sonnenaufgang iſt vielmehr die Luft nach Oſten hin warm und leicht, daher müßte ſie aufſteigen, und die weſtliche kalte und ſchwere dagegen eindringen. Dieſer Weſtwind des Morgens müßte viel ſtärker ſeyn, als der Oſtwind gegen Abend, weil

h) Ueber die Ausdünſtung ꝛc. Leipzig 1790. 8. Cap. 57.

weil die Wärme den ganzen Tag über nie ſchneller zunimmt, als bey Sonnenaufgang. Allein dergleichen Weſtwind zeigt ſich unter dem Aequator nicht, und bey uns kommen die Winde, die ſich bey Sonnenaufgang erheben, ohne Unterſchied aus allen Weltgegenden. Daher muß man ſchließen, der Unterſchied in der täglichen Wärme ſey nicht vermögend, einen merklichen Wind zu verurſachen.

Dieſes läßt ſich auch leicht einſehen, da dieſer Unterſchied im Mittel nicht über 9 bis 10 Grade geht, welches zu wenig iſt, um den Zuſammenhang der Luft zu trennen, wozu noch kömmt, daß die Sonne bey ihrer ſcheinbaren täglichen Bewegung in 1 Minute Zeit durch das Zenith vieler Meilen geht, und alſo die Luft auf viele Meilen weit ſo ſchnell in einen andern Stand bringt, daß ſchon die Kürze der Zeit keine Entſtehung eines Windes geſtattet.

Auch der d'Alembert'ſchen Erklärung durch die Anziehung des Mondes ſetzt Herr Hube entgegen: daß eine ſolche Veränderung der Schwere der Luftſäulen auf den Stand des Barometers Einfluß haben müßte, auch müßte man in der Stärke des allgemeinen Windes Veränderungen wahrnehmen, die ſich nach dem Stande und der Entfernung des Mondes richteten, wovon ſich doch keine Spur zeige.

Herr Hube ſelbſt leitet den regelmäßigen Oſtwind zwiſchen den Wendekreiſen vielmehr von der Umdrehung der Erde her, welche die Punkte des Aequators ſchneller, als die Stellen der Parallelkreiſe, fortführt. Die untere Luft muß aus beyden Halbkugeln der Erde beſtändig nach den Gegenden um die Linie fließen, weil hier die Hitze beſtändig am größten iſt, daher die leichtere Luft erhoben, und unten von beyden

den Seiten her durch ſchwerere erſetzt wird. Dieſe zuſtrömende Luft kömmt alſo nach und nach über Punkte, die ſich immer ſchneller gegen Oſten drehen. Da ſie dieſe Geſchwindigkeit nicht augenblicklich mit annehmen kann, ſo bleibt ſie gegen die Oberfläche der Erde nach Weſten zurück und verurſacht dem Körper, den die Umdrehung ſchneller durch ſie hindurch führt, die Empfindung eines öſtlichen Windes, der ſich nordwärts der Linie in Nordoſt, ſüdwärts in Südoſt verändert. Schon Mariotte hat die nämliche Erklärung des beſtändigen Oſtwindes in der heißen Zone gegeben.

Was die Paſſatwinde oder die ſo genannten Mouſſons betrifft, ſo leitet Herr Hube [i]) die Entſtehung derjenigen, welche auf dem Meerbuſen zwiſchen Arabien, Perſien und Malabar herrſchen, wie auch die auf dem Meerbuſen von Bengalen, welche die bekannteſten ſind, von den weit ausgedehnten, hohen und bergigten Ländern, die beyde Meerbuſen gegen Norden umgeben, her. Dieſe werden nämlich im Winter viel ſtärker erkältet, als die angrenzenden Meere, und daher fließt die Luft von ihnen oft mit Ungeſtüm gegen die Linie, mehrentheils nordöſtlich wegen der Drehung der Erde, zuweilen aber auch ganz nördlich, wenn etwa über dem Lande Weſtwinde herrſchen. Im Sommer wird dagegen in jenen Ländern die Hitze zuletzt unerträglich, der Nordoſtwind hört daher zuletzt völlig auf, und die Luft fängt an von der Linie gegen Norden zu fließen. Dieſe hat wegen der Drehung der

i) Ueber die Ausdünſtung ꝛc. Kap. 61. S. 352. u. f. und Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. 35ſter Brief.

der Erde eine immer mehr weſtliche Richtung, je weiter ſie über dem Meere fortgeht, und ſie führt, weil alsdann die Regenzeit dieſſeits der Linie iſt, ſchwere Gewölke mit ſich, die ſie gegen die Küſte von Malabar treibt, wo ſie ſich an das hohe Gebirge Gate hängen, und in die heftigſten Platzregen ergießen.

Ueber der Küſte von Koromandel iſt indeſſen während des Sommers die in den Gebirgen von Dünſten gereinigte weſtliche Luft heiter. Während des Winters aber wird die Luft von Nordoſten her gegen dieſelben Gebirge getrieben, und es bilden ſich daſelbſt durch die Kälte, in den kälteſten Monaten, dem November, December und Januar, an der weſtlichen Seite eine Menge ſchwerer Gewölke, welche nachher mit Weſtwinden heraufkommen, und auf der Küſte Regen und Ungewitter veranlaſſen. Unterdeſſen iſt der Himmel in Malabar heiter. Dieſer Unterſchied ſo naher Länder rührt eben von dem Gebirge Gate her, welches beyde von einander ſondert. Im Anfange des Winters erkalten die hohen gatiſchen Gebirge viel ſtärker und ſchneller, als die tiefen Gegenden und das Meer, die Luft an ihnen wird daher ſchwer, und bewegt ſich an der Erde gegen das Meer zu. Auf dieſe Weiſe entſteht der Weſtwind in Koromandel vom November bis Januar, und weil die wärmere nach den Bergen zu fließende Luft ſich über dem Lande erheben muß, und dadurch erkältet wird, ſo ſchlagen ſich aus ihr die Dünſte nieder, und verurſachen ſtarke und anhaltende Regen.

Nach de la Metherie [k]) iſt es vorzüglich die Sonne, welche macht, daß der Luftſtrom eher von der

k) Theorie der Erde. a. d. Franzöſ. B. I. Leipz. 1797. S. 197.

der Seite von Afrika, als von dem Meere, das jenſeits Indien iſt, herkommt; denn in derſelben Zeit, da die Sonne in unſerm Geſichtskreiſe iſt, erwärmt ſie auf eine außerordentliche Art den ganzen Theil von Afrika, der dieſſeit des Aequators liegt, Aethiopien, Abyſſinien, Aegypten u. ſ. w., und muß demnach die Nordweſtwinde hervorbringen; denn die Luft iſt daſelbſt weit dünner, als die, welche über dem indiſchen Meere iſt; ſie muß daher von dieſer Seite entweichen, ſo wie ſie über dem atlantiſchen Meere von der Seite des Cap Verd und des Cap des Canaries ihre Stelle verläßt, welcher Umſtand Gelegenheit giebt, daß der Oſtwind mehr Stärke erhält. Zu derſelben Zeit treibt ſie die Dünſte des rothen Meers, des perſiſchen Meerbuſens und ſelbſt einen Theil der Dünſte des mittelländiſchen Meers gegen die Gebirgskette an den Küſten, beſonders bey Malabar, und dadurch entſtehen ſtarke und anhaltende Regengüſſe. Dieſe Regen kühlen die Luft ab, und verdichten ſie noch ſtärker, ſo daß der Strom um ſo mehr genöthigt wird, ſeine Richtung nach Weſten zu nehmen. Die Gipfel der abyſſiniſchen Gebirge, welche mehr nach Oſten als nach Weſten gekehrt ſind, tragen auch etwas zur Richtung des Laufs der Hundstagswinde bey, und dieſe verſchiedenen Urſachen ſind es, welche den Weſtmouſſon auf dem indiſchen Meere zur Zeit, wenn wir Sommer haben, hervorbringen. Im Winter finden dieſe Urſachen nicht ſtatt, der Oſtmouſſon oder der ordentliche Wind erhält daher ſeine gewöhnliche Richtung wieder, und führt die Regenzeit nach Koromandel hin, weil die Dünſte des indianiſchen Meers verdichtet, und nach der öſtlichen Kette des Gebirgs Gate getrieben werden.

Herr de Lüc[l]) hat über die regelmäßigen Winde faſt dieſelben Urſachen angeführt, welche nachher Herr Hube angegeben hat. Dieſe ſind nämlich der jährliche und tägliche Lauf der Sonne, und die Bewegung, welche der Luft durch die Umwälzung der Erde um ihre Axe mitgetheilt wird. Dieſe letztere nämlich muß derjenigen Luft, welche vom Aequator in die nördlichen Polarkreiſe übergeführt wird, wo die Umdrehung langſamer erfolgt, eine Richtung nach Oſten geben, weil dieſe Luft die ihr mitgetheilte ſtärkere Bewegung nach dieſer Gegend noch eine Zeitlang beybehält, und dadurch muß ſich der Wind, welcher eigentlich Süd ſeyn ſollte, in Südweſt verwandeln. Die umgekehrte Urſache muß für uns die Nordwinde in Nordoſt verwandeln. Da aber die Winde bey weitem nicht das Regelmäßige zeigen, was dieſe Urſachen allein hervorbringen müßten, ſo muß es noch andere und wirkſamere geben. Nach Herrn de Lüc's Urtheile gehören dahin die Ausdünſtung und der Regen, wovon letzterer, wenn er plötzlich entſteht, faſt allezeit mit Sturm begleitet iſt. Auch hatte ſchon de Sauſſüre[m]) beyde zur Erklärung gewiſſer Winde gebraucht, wobey er glaubte, daß theils die elaſtiſchen Dünſte bey ihrer plötzlichen Verdichtung zu tropfbarem Waſſer leere Räume veranlaſſen, theils der Regen ſelbſt wieder elaſtiſchen Dunſt erzeuge, und dadurch eine merkliche Ausdehnung in der Luft verurſache. Allein de Lüc zeigt, daß die gewöhnliche Art, Ausdünſtung und Regen zu betrachten, zur Erklärung der gewaltſamen Stürme, welche ſo oft den Gewittern und Platzregen vorhergehen, nicht hinreichend ſey.

l) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. II. §. 840. f.

m) Eſſai ſur l'hygrometrie. eſſai IV. §. 283.

ſey. Vielmehr ſucht er die wahre Urſache dieſer groſ- ßen Windſtöße in den ſchnellen Verwandlungen, die ſich in der Atmoſphäre zutragen. Wenn die Dünſte, welche ſich durch die Ausdünſtung in die Atmoſphäre erhoben hatten, eine Zeitlang in ſelbiger in Luftgeſtalt geweſen ſind, ſo werden ſie vielleicht plötzlich und mit großer Zunahme der Volumina wiederum in Waſ- ſerdunſt verwandelt, und dieſer verdichtet ſich nun mit ſtarker Abnahme des Volumens zu tropfbarem Waſ- ſer. Aus ſo ſtarken und ſchnellen Veränderungen des Volumens werden die Stürme und Windſtöße ſehr begreiflich, welche man bey plötzlicher Bildung der Wolken und bey Platzregen faſt allemal wahrnimmt. Und wenn nach Herrn de Lüc's Meynung die Wol- ken keine beſtimmten bleibenden Maſſen, ſondern nur vorübergehende Erſcheinungen ſind, welche alle Augen- blicke zerſtört und wieder erneuert werden, ſo er- klärt ſich auch hieraus der Umſtand von lang anhal- tenden Winden.

Nach Herrn Hube ſind die vorzüglichſten Ur- ſachen der veränderlichen Winde: die Verſchiedenheit in der Erwärmung durch die Sonne, Ausdünſtung und Elektricität. Wenn die kalte Luft der Pole nach den wärmern Gegenden fortfließt, ſo muß ſie bald eine ſtarke Abweichung von Oſten nach Weſten erhalten, weil die Geſchwindigkeit der Umdrehung der Ober- fläche der Erde nirgend ſo ungemein ſchnell zunimmt, als nahe an den Polen. Daher ſind auf den dorti- gen Eismeeren die Oſtwinde ſo gewöhnlich. Auch wir haben im Frühjahr häufig Oſtwinde, weil uns nach Oſten zu gebirgige, von großen und offenen Meeren weit entfernte kalte Länder liegen, die ſich ſpät an der Sonne erwärmen, und alſo vorzüglich im Früh-

jahr eine viel kältere Luft zu haben pflegen, als wir. Auf dem mittelländiſchen Meere herrſchen, wegen der hohen Gebirge der ſyriſchen Küſte, die Oſtwinde nicht allein im Frühlinge, ſondern auch im Herbſte, weil das Meer ſeine Hitze nicht ſo geſchwind verliert, als das feſte Land; und die ſüdlichen Winde, welche im Winter auf dem rothen Meere ſo gemein ſind, entſpringen wahrſcheinlich auf den kalten Gebirgen von Abyſſinien.

Die Verſchiedenheit der Sonnenwärme macht auch, daß oft aus beſchatteten Thälern zwiſchen hohen Bergen, oder aus engen Oeffnungen tiefer Berghöhlen, des Sommers bey Tage Winde herausfahren, die um deſto heftiger werden, je mehr die Hitze des Tags zunimmt; gegen die Nacht aber aufhören, weil alsdann die äußere Luft kühler iſt, als die eingeſchloſſene innere. Eben ſo entſtehen, vorzüglich im Sommer, zwiſchen nahe gelegenen Ländern oft Winde, wenn das eine, entweder weil es dicke Gewölke beſchatten, oder häufige Regen erkälten, oder auch aus andern Urſachen von der Sonne viel weniger erwärmt wird, als das andere. Solche Winde legen ſich meiſtentheils des Abends, und fangen am folgenden Morgen wieder an.

Eine andere Art der Winde leitet Hube ſeinem Syſteme gemäß aus ſtarken und ſchnellen Auflöſungen der Dünſte von der erſtern Art her, wobey die Luft ihr eigenthümliches Gewicht behält, oder wohl gar wegen der Erkältung durch die Auflöſung noch ſchwerer wird, alſo von unten dahin fließt, wo ſie den wenigſten Widerſtand findet. So entſtehen die Schneewinde, auch Winde aus regnenden Wolken, die über eine heiße, trockene und ſtille Luft wegziehen, imgleichen

chen nach ſtillem und ſtarkem Regen, wenn die Wolken ſich zertheilen, nicht weniger Winde bey ſtarken und hohen Waſſerfällen.

Der merkwürdigſte dieſer Art iſt der ſchwache Oſtwind, welcher ſich bey ſtillem und heiterm Wetter kurz vor Sonnenaufgang zu erheben, eine oder zwey Stunden anzuhalten, und nachher aufzuhören pflegt. Er iſt allemal, und vorzüglich im Winter, kalt, in gebirgigten Gegenden häufiger, als in ebenen, und meiſtentheils bloß auf dem feſten Lande zu bemerken. Er entſteht auf folgende Art: die Luft auf dem feſten Lande wird nach heitern Tagen während der Nacht in der Tiefe nach und nach viel kälter, als oben; dadurch wird der Unterſchied in der Ziehkraft der obern und der untern Luft noch größer, als er außerdem ſchon ſeyn würde. Die Dünſte alſo, und die vielen noch nicht ganz aufgelößten Waſſertheilchen, mit welchen ſich die untere Luft bey einer Ausdünſtung der erſten Art bey Tage erfüllt, ſteigen die Nacht über um deſto ſchneller in die Höhe, und häufen ſich daſelbſt an. Nun werden die Waſſertheilchen von den erſten Strahlen der Sonne, noch ehe die Sonne unten aufgeht, getroffen; ſie erwärmen ſich mit der Luft, in welcher ſie hängen; die Ziehkraft der Luft nimmt durch die Wärme und die damit verbundene Ausdehnung zu; ſie fängt, weil ſie dünn iſt, an, die Waſſertheilchen auf die erſte Art aufzulöſen; ſie wird dadurch plötzlich aufgelößt, kälter und ſpecifiſch ſchwerer, fällt alſo herunter mit Waſſertheilchen beladen, erkältet die untere Luft, und hat Zeit genug zu fallen, da die Dämmerung bey uns lange dauert. Allein ſie fällt nicht gerade herab, ſondern mit einer Abweichung gegen Weſten, weil nach Oſten hin die Atmo-

ſphäre unterdeſſen beſtändig auf eine größere Tiefe von der Sonne erwärmt und ausgedehnt wird, als gegen Weſten. So fängt, wenn in der obern Luft Waſſertheilchen genug vorhanden ſind, zuletzt ein kalter Oſtwind an merklich zu werden, der aber nur ein Paar Stunden nach Sonnenaufgang anhält, weil die untere Luft nach und nach immer wärmer wird; und ein Paar Stunden nach dem Aufgange der Sonne ſich ſchon ſtärker zu erwärmen und auszudehnen anfängt, als die obere. Dieſer ſchwache, aber kalte Oſtwind befördert den Morgenthau, und macht, daß die Kälte kurz vor Sonnenaufgang in der Atmoſphäre von oben gegen die Erde herunter zu ſteigen ſcheint.

Endlich giebt es noch eine andere Art Winde, welche in allen kalten Ländern ſehr gemein ſind. Dieſe laſſen ſich weder durch Erkältung noch Ausdünſtung erklären, weil ſie im erſtern Falle nie wärmere Luft herbeyführen, im zweyten ſich nicht ſo weit erſtrecken könnten. Sie finden ſich nie in heißen Ländern, und müſſen alſo eine ganz beſondere Urſache haben. Nach Herrn Hube liegt dieſe bloß in der Elektricität, von der er annimmt, daß ſie bisweilen die Elaſticität der in der Luft aufgelößten Dünſte, jedoch bloß der Dünſte der zweyten Art, anſehnlich verſtärke.

Der Raum, innerhalb welchem die regelmäßigen Winde weder öſtlich noch ſüdlich ſind, fällt nicht, wie man glauben ſollte, in den Aequator ſelbſt, ſondern vom 3 bis 5° nördlicher Breite. In dieſer ſchmalen Zone giebt es ohne Unterlaß Windſtillen mit häufigem Regen begleitet, auch unregelmäßige und ſtürmiſche Winde, mit Bliß und Donner. Der Grund, warum die beyden großen Luftſtröme nicht im Aequator ſelbſt, als die Mitte beyder Halbkugeln der Erde,

zu-

zuſammentreffen, liegt in der ungleichen Anhäufung der Wärme, welche durch den längern Aufenthalt der Sonne in der nördlichen Halbkugel hervorgebracht wird. Aepinus [n]) ſetzt die Wärme beyder Hemiſphären, wie 14 : 13, wobey aber auf die größere Nähe der Sonne im Sommer in den nördlichen Ländern nicht Rückſicht genommen iſt. Dagegen zeigt Herr Prevoſt [o]), wie die Lage des Aequators mit dem Verhältniſſe der Wärme zuſammenhängt, und findet, das letztere müſſe = 11 : 9 ſeyn, wenn die Grenze vom Aequator 4° entfernt liege.

Um die Stärke der Winde zu meſſen, ſind in dieſem Zeitraume mehrere Vorrichtungen angegeben worden. Herr von Dalberg [n]) ſchlägt einen großen Schirm von Eiſenblech vor, welcher durch die Fahne dem Winde immer entgegen gehalten wird. Dieſer Schirm bewegt ſich unten in Angeln, und oben wird er durch einen Drath, welcher über eine an der Spindel befindliche Rolle hinunter in das Zimmer des Beobachters geht, und ein Gewicht trägt, gegen die Spindel zurückgehalten. Wenn der Windſtoß ankömmt, tritt der Schirm nach Verhältniß der Stärke des Stoßes mehr oder weniger aus der vertikalen Stellung, und hebt dadurch das Gewicht im Zimmer. Dieß Gewicht befindet ſich an einem Hebel, durch deſſen eigene Einrichtung die Stärke des Windſtoßes angegeben wird; auch kann zu einer gleichen Abſicht eine Wage mit einer Spiralfeder angewandt werden. Dieſer Windmeſſer iſt zugleich mit einem Windzeiger und einer Vorrichtung zu Beſtimmung der Neigung des

n) Anemomètre propoſé aux amateurs de météorologie. à Erf. 1781.

des Windes gegen den Horizont verbunden, welche beyde im Zimmer beobachtet werden können.

Herr Oertel °) hatte einige ſehr ſinnreiche Gedanken zur Einrichtung eines ſolchen Anemometers. Eine Fahne (fig. 39.) b ſitzt auf der ſtählernen koniſchen Spitze des eiſernen Stabes i innerhalb des Rohrs c, welches oben bey a mit einer dichten Platte von gegoſſenem Zinn und Kupfer geſchloſſen iſt. Unter der Fahne iſt an das Rohr c ein horizontaler Stab befeſtigt, der mit zwey Lappen e und k von eben dieſer Compoſition zuſammengeſetzt iſt, in welchem ſich die Horizontalfahne d mit koniſchen Spitzen ohne große Friktion auf- und niederbewegen kann. Dieſe Angelpunkte e und k müſſen durch ein leichtes Blech vor dem Regen geſchützt werden. Weiter unten wird ein Quadrant von Meſſing angebracht, der um den Mittelpunkt der Linie ke beſchrieben iſt, und bey g durch ein Loch der Fahne geräumig durchgeht. Jedes Quadrat dieſes Quadranten formirt einen Einſchnitt, worin ein an der innern Seite der Fahne d befindlicher Sperrkegel fallen, und ſie unter dem Winkel, den ihr die Stärke des Windes giebt, feſt halten muß. Da dieſer Sperrkegel nur eine ſanfte Feder nöthig hat, ſo kann die daher entſtehende Friktion nicht weiter in Betrachtung gezogen werden. So bleibt nun die Horizontalfahne unter dem Winkel, welchen ihr der ſtärkſte Windſtoß gegeben hat, ſo lange ſtehen, bis ſie der Beobachter durch Aushebung des Sperrkegels wieder in die horizontale Stellung bringt. Um nun ſolchen Einrichtungen eine durchgängige Gleichförmigkeit zu geben, ſchlägt Oertel vor: man ſoll ſich

o) Gothaiſch. Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturgeſ. B. VI. St. I. S. 89. f.

ſich über das Gewicht der Fahne, und über die Kräfte, welche nöthig ſind, ſie in der erſten ſenkrechten Richtung zu bewegen und in der größtmöglichen Höhe zu erhalten, als über allgemein beſtimmte Normalgewichte, vergleichen. Dann zeigt er noch Mittel, der Fahne vermittelſt eines Gegengewichts f dieſes Normalgewicht genau zu geben, und durch eine ähnliche Vorrichtung den Winkel des Windes mit der Horizontalfläche zu meſſen.

Dieſem Gedanken giebt Käſtner p) allen Beyfall, bemerkt aber, daß es wohl beſſer ſeyn möchte, ſtatt der vorgeſchlagenen Normalgrößen das Gewicht, das der Wind an jedem Werkzeuge dieſer Art wirklich hält, jedesmal durch Rechnung zu beſtimmen, wozu er folgende Formeln mittheilt. Es ſey (fig. 40.) ac die Stange, bd ein Durchſchnitt der Horizontalfahne oder des Blechs, deſſen Schwerpunkt in e, ſein Gewicht $= q$, der Winkel cbd, auf welchen es der Wind hebt, $= \alpha$, ſo wird ſich das im Schwerpunkte nach eh treibende Gewicht q in zwey Kräfte zerlegen laſſen, die eine nach ed, welche durch die Feſtigkeit der Stange und des Blechs aufgehalten wird, die andere nach eg, welche das Blech um b zu drehen ſtrebt. Dieſe letztere wird vom Winde erhalten, und iſt $= q \,.\, \sin.\alpha$. Wenn man nun die Stärke des Windes nach dieſer Kraft meſſen will, ſo wird ein Windſtoß, welcher das Blech vom Gewichte q um den Winkel α erhob, ein anderes vom Gewichte p um den Winkel β erheben, deſſen Sinus $= \frac{q \,.\, \sin.\alpha}{p}$ iſt. Sobald dieſer Werth $= 1$ wird, bringt der Wind

p) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturg. B. VI. St. 3. S. 84. f.

Wind das Blech in eine völlig horizontale Lage, und wenn er > 1 wird, ſo hebt er es noch höher, trifft nun ſeine andere Seite, ſtößt es alſo wieder herab, ſo daß es flattert. Hätte man z. B. beobachtet, ein ſehr ſchwacher Wind hebe ein Blech von 1 Pfund auf 30°, wobey $q . \text{ſin}. \alpha = \frac{1}{2}$ wäre, ſo dürfte man keines von $\frac{1}{2}$ Pfund nehmen, weil dieſes von einem nur wenig ſtärkern Winde flattern würde.

Um aber die Geſchwindigkeit des Windes zu beſtimmen, muß die Theorie des ſchiefen Stoßes zu Hülfe genommen werden, nach welcher der Stoß auf die ebene Fläche δ unter dem Winkel ω, wenn die Dichtigkeit der flüſſigen Materie $= \gamma$ und die der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe $= \varepsilon$ geſetzt wird, $= 2\lambda\varepsilon\gamma\delta . \text{ſin}. \omega^2$ iſt, wo λ aus Verſuchen zu beſtimmen iſt. Wenn nun der Wind nach fe auf die Fläche bd unter dem Winkel $bef = 90° - \alpha$ ſo ſtark ſtößt, daß dadurch nach der Richtung ge das Gewicht $q . \text{ſin}. \alpha$ erhalten wird, ſo hat man

$$q . \text{ſin}. \alpha = 2\lambda\gamma\delta\varepsilon \, \text{coſ}. \omega^2, \text{ und daraus}$$

$$\varepsilon = \frac{q . \text{ſin}. \alpha}{2\lambda\gamma\delta . \text{coſ}. \alpha^2}.$$

Es halte z. B. das Blech 1 Quadratfuß Fläche, und wiege 1 Pfund. Die Dichtigkeit der Luft ſey $= \frac{7}{80}$ Pfund; das Blech werde um 30 Grad erhoben, daß folglich $\text{ſin}. \alpha = \frac{1}{2}$, und $\text{coſ}. \alpha^2 = \frac{3}{4}$ iſt; ſo wird, $2\lambda = 1$ geſetzt, $\varepsilon = 1 . \frac{1}{2} : (\frac{7}{80} . 1\frac{3}{4}) = \frac{160}{21} = 7\frac{13}{21}$ Fuß ſeyn, wofür ſich die zugehörige Geſchwindigkeit $= 2\sqrt{g\varepsilon} = 21{,}82$ Fuß in einer Sekunde findet. Endlich iſt die Stärke des Stoßes, welchen der beobachtete Wind nach der Richtung fe auf eine ihm ſenkrecht entgegengeſtellte Fläche von gleicher Größe mit bd

bd ausüben würde $= \frac{q.\sin.\alpha}{\sin.bef^2} = \frac{q.\tang.\alpha}{\cos.\alpha}$.
Herr Käſtner glaubt, dieſe Rechnungen könnten dienen, Herrn Oertel's Vorſchlag leichter in Ausübung zu bringen, beſonders wenn man nichts weiter als die Stärke des Stoßes, und nicht die Geſchwindigkeit verlange.

Mit einem ſolchen Windmeſſer, der aus einer vom Winde zu hebenden Platte beſteht, verbindet Herr Herrmann [q]) eine Vorrichtung, durch welche ſelbſt in Abweſenheit des Beobachters mittelſt einiger in gewiſſe Fächer geworfener Würfel 24 Stunden lang von Zeit zu Zeit die Stärke des Windes nach vier verſchiedenen Graden bemerkt wird. Alle Viertelſtunden z. B. fällt ein Würfel aus, und legt ſich in dasjenige Fach, welches der Wind ſeiner verſchiedenen Stärke nach gerade in dieſem Augenblicke vor die Oeffnung bringt. Auf dem Würfel iſt die Viertelſtunde, in welcher er herausfiel, bemerkt u. ſ. f.

Eine andere Art von Windmeſſer beſchreibt Herr Woltmann [r]). Allein Herr Parrot [s]) der jüngere bemerkt, daß dieſe Einrichtung unmöglich Dienſte leiſten könne, weil ſie auf einer unveränderlichen Richtung des Windes beruhe, ſo einfach und gut auch ſonſt ſeine Idee ſeyn möge. Um die Kraft des Windes zu meſſen, müßten wir durchaus zur Kugelgeſtalt unſere

q) Mechaniſcher verbeſſerter Wind- Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyb. und Annab. 1789. 8.

r) Theorie und Gebrauch des hydrometriſchen Flügels, oder zuverläſſige Methode, die Geſchwindigkeit der Winde und ſtrömenden Gewäſſer zu beobachten. Hamb. 1790. 4.

s) Voigt's neues Magazin. B. I. St. 2. S. 144. ff.

unſere Zuflucht nehmen, weil jede Andere verſchiedene Eindrücke von verſchiedenen Richtungen enthält. Zu dieſem Ende hat er eine Idee zu einem Stoßmeſſer angegeben.

Herr Parrot ſelbſt hat auf Veranlaſſung des Herrn Landriani eine eigene Art von Windmeſſer angegeben.

Zweytes Kapitel.

Meynungen und Entdeckungen in der Lehre von den ſchwingenden Bewegungen ſchallender und klingender Körper.

Schall, Klang, Ton.

Ueber den Unterſchied zwiſchen Klang und Geräuſch hatten Rameau und alle diejenigen, welche ihm gefolgt ſind, ganz unrichtige Begriffe. Sie betrachten den Klang als etwas ſehr zuſammengeſetztes, und behaupten, daß man dabey außer der mit der Zahl 1 übereinkommenden Hauptſchwingung auch andere, die mit der natürlichen Zahlenfolge 2, 3, 4, u. ſ. w. übereinſtimmen, allemal zugleich höre. Dieſen Irrthum findet man ſelbſt in Sulzer's Theorie der ſchönen Künſte, in Erxleben's Naturlehre, und in andern Schriften. Schon Bacon hatte vom Klange und Geräuſche weit richtigere Begriffe, und la Grange t) hat vorzüglich die irrigen Erklärungen mancher Schriftſteller hinreichend widerlegt. Der

t) Recherches ſur la nature et la propagation du ſon. ſect. II. §. 64.

Der allgemeinen Meynung zu Folge, daß die Luft das vorzüglichſte Mittel ſey, den Schall fortzupflanzen, hatte man die Lehre vom Schalle bey der Lehre von der Luft abgehandelt; allein Hr. Chladni[u]) bemerkt, daß andere elaſtiſche Körper eben ſowohl als die Luft, und manche noch mehr, im Stande ſeyen zu ſchallen und den Schall anderer Körper zu verbreiten. Es werde daher ſchicklicher ſeyn, dieſen Theil der Naturlehre bey der Lehre von der Bewegung abzuhandeln, und zwar zunächſt der Lehre von den Pendelſchwingungen, mit der ſie in naher Beziehung ſtehe. Ueberhaupt hat die Lehre vom Schalle durch Herrn Chladni's Bemühungen ſehr viele Fortſchritte gemacht.

Die meiſten Schriftſteller hatten bisher die Töne nach den ihnen zukommenden Verhältniſſen der Saitenlängen berechnet. Herr Chladni führt aber an, daß es ganz der Natur entgegen ſey, wenn man irgend eine Eigenſchaft der Saiten als Grund der ganzen Tonlehre anſehen wolle, indem viele andere Arten klingender Körper, welche doch eben ſowohl, wie die Saiten, Betrachtungen verdienten, ſich nach ganz andern Naturgeſetzen richteten. Da nun der Vortrag der Tonlehre für alle klingende Körper, ohne Rückſicht auf ihre beſondern Schwingungsgeſetze, allgemein geltend ſeyn müſſe, ſo meynt er, daß man die Töne nicht nach den Saitenlängen, ſondern nach den Verhältniſſen der Anzahl ihrer Schwingungen betrachten müſſe. Ueberhaupt theilt Herr Chladni die ganze Schalllehre in vier Haupttheile ab:

In

u) Hindenburg Archiv der reinen und angewandten Mathematik. Heft I. 1794. S. 127. f. Die Akuſtik. Leipz. 1802. 4.

In dem erſten Theile betrachtet er die Zeitverhältniſſe der ſchwingenden Bewegungen überhaupt, ohne auf die Eigenſchaften und Geſtaltveränderungen der zitternden Körper Rückſicht zu nehmen.

Der zweyte Theil enthält die Schwingungsgeſetze eines jeden elaſtiſchen Körpers.

Der dritte Theil handelt von der Verbreitung des Schalls, und

der vierte Theil von der Empfindung deſſelben vermittelſt der Gehörwerkzeuge.

Da es alſo bey den Tönen auf die Anzahl der Schwingungen der klingenden Körper ankömmt, ſo ſchlägt Herr Chladni ein ſehr leichtes und einfaches Mittel vor, die abſolute Zahl der Schwingungen bey einem jeden Tone ſogleich durch den Augenſchein zu beſtimmen. Es beſteht darin, daß man einem klingenden Körper, der überall eine gleiche Dicke und Conſiſtenz hat, eine ſolche Lage giebt, daß man die Schwingungen bequem zählen und mit den Schwingungen eines Sekundenpendels vergleichen kann, und ihn nachher ſo weit abkürzt, daß er mit dem zu unterſuchenden Tone im Einklange iſt; hierauf aber die Länge, bey welcher er dieſen Ton giebt, mit der Länge, bey welcher man eine gewiſſe Zahl der Schwingungen in einer Sekunde abgezählt hatte, vergleicht. Anfänglich vermuthete er, daß eine Saite ſich dazu möchte gebrauchen laſſen; allein er fand, daß wegen mancher kreisförmigen Bewegungen, die ſich unter die ſchwingenden Bewegungen der Saiten mengen, wie auch wegen der mancherley Schwingungen der aliquoten Theile, die Hauptſchwingung der ganzen Saite ſich nicht mit der erforderlichen Genauigkeit beobachten

ließ.

ließ. Daher wählte er einen ſchmalen, nicht allzudik-ken, aber hinlänglich langen Stab oder Streifen von Eiſen, Meſſing oder einem andern hinlänglich elaſtiſchen Metalle. Dieſer muß ſo viel als möglich überall von gleicher Dicke ſeyn, daher es gut ſeyn würde, ihn vorher durch ein Streckwerk gehen zu laſſen. Die Streifen oder parallelepipediſchen Stäbe, deren ſich Chladni bediente, waren etwa 2 Ellen lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit, und beynahe 1 Linie dick. Die Urſache, warum ein ſolcher Stab mehr Breite als Dicke haben muß, iſt, weil dadurch manche außerdem miteintretende Seiten- oder Kreisbewegungen, welche die Beobachtungen erſchweren würden, vermieden werden. Einen ſolchen Stab oder Streifen ſpannt man in einen ganz unbeweglichen Schraubeſtock ſo weit ein, daß das hervorragende Ende lang genug bleibt, um ſo langſame Schwingungen zu machen, daß man ſie nicht hören, deſto beſſer aber mit Hülfe einer Sekundenuhr, deren Schläge man hört, zählen kann. Die Länge des Stabes, welche erfordert wird, um die beobachtete Zahl der Schwingungen zu geben, bemerkt man durch einen Strich. Wenn man nun wiſſen will, wie viel Schwingungen ein beſtimmter Ton in einer Sekunde macht, ſo ſpannt man den Stab ſo weit in den Schraubeſtock ein, daß das hervorragende Ende kurz genug iſt, um eben denſelben Ton zu geben, worauf man die Zahl der Schwingungen, welche der gegebene Ton in einer Sekunde macht, durch Vergleichung der Größe des kürzern Theils, welcher dieſen Ton gab, mit der Größe des längern Theils, deſſen Schwingungen man gezählt hat, ſehr leicht finden kann. Nur iſt hiebey zu bemerken, daß bey einem Stabe die Töne ſich nicht etwa umgekehrt wie die Längen, ſondern wie die umgekehrten Quadrate

der Längen verhalten. Die Sache kann man ſich noch mehr erleichtern, und einen ſolchen Stab als Maaßſtab der Schwingungszahlen aller Töne gebrauchen, wenn man ihn im Voraus dazu abtheilt. Hr. Chladni räth an, dem Stabe nur eine ſolche Länge zu geben, daß er, wenn man ihn nahe am Ende einſpannt, in einer Sekunde 4 Schwingungen macht, welche ſich ſehr bequem und mit aller Genauigkeit zählen laſſen. Verkürzt man dieſen ſchwingenden Theil um die Hälfte durch ein neues Einſpannen, ſo wird dieſer halb ſo lange Theil des Stabes in einer Sekunde 16 Schwingungen machen, die man aber weder wird zählen, noch hören können, weil ſie zu ſchnell ſind, um gezählt, und zu langſam, um gehört zu werden. Spannt man nun den Stab von neuem ſo ein, daß von dem Theile, welcher vorher 16 Schwingungen machte, nur die Hälfte hervorragt, ſo wird dieſe Hälfte nunmehr 64 Schwingungen in einer Sekunde machen, und man wird ſchon einen ſehr tiefen Ton hören, welcher mit dem Contra c übereinkommt. Die Hälfte dieſer Länge wird 256mal in einer Sekunde ſchwingen, und man wird das ungeſtrichene c hören. Eben ſo wird man bey jeder weitern Verkürzung des Stabes um die Hälfte einen Ton erhalten, der um 2 Oktaven höher iſt; man wird auch die Zahl der Schwingungen aller dazwiſchen liegenden Töne ſehr leicht finden können, wenn man immer darauf Rückſicht nimmt, daß die Töne ſich umgekehrt wie die Quadrate der Längen verhalten, und alſo der Stab nach den Quadratwurzeln der Tonverhältniſſe abgetheilt werden muß. Einen ſo abgetheilten Stab könnte man füglich Tonmeſſer oder Tonometer nennen.

Es iſt ſchon im Th. IV. S. 254. angeführt worden, daß die gleichſchwebende Temperatur diejenige iſt, bey welcher die möglichſte Annäherung an die Reinigkeit für alle Conſonanzen zugleich erhalten wird. Wie dieſe gleichſchwebende Temperatur geometriſch conſtruirt werden könne, hat Moſes Mendelsſohn in Marpurg's hiſtoriſch-kritiſchen Beyträgen zur Aufnahme der Muſik, im 2ten Stücke des 5ten Bandes, gezeigt.

Außer den bisher bekannten Transverſalſchwingungen, mit welchen ſich in den neuern Zeiten beſonders Young [x]) beſchäftigt hat, fand Herr Chladni auch Longitudinalſchwingungen bey Saiten. Bey dieſen geſchehen nämlich abwechſelnde Zuſammenziehungen und Ausdehnungen der ganzen Saite oder ihrer aliquoten Theile nach der Richtung der Länge, ſo daß dieſe ſich abwechſelnd gegen den andern Schwingungsknoten oder feſten Punkt ſtemmen. Bey der einfachſten longitudinalen Schwingungsart bewegt ſich die ganze Saite ſo, wie dieſe abwechſelnden Strebungen nach entgegengeſetzten Richtungen die fig. 41. vorſtellt. Bey der zweyten Schwingungsart theilt ſich die Saite in zwey gleiche Theile, die ſich abwechſelnd nach dem in der Mitte befindlichen Stemmungspunkte oder Schwingungsknoten, und nach den feſten Enden drängen; bey der dritten Schwingungsart theilt ſie ſich in drey gleiche Theile, die ſich abwechſelnd gegen die Schwingungsknoten drängen; bey der vierten Schwingungsart theilt ſich die Saite in 4 auf dieſe Art ſich bewegende Theile u. ſ. w. Die Folge von Tönen verhält

x) Enquiry into the principal phaenomena of ſounds and muſical ſtrings. Dublin. 1784. 8.

hält ſich bey dieſen und den übrigen longitudinalen Schwingungsarten wie die natürliche Zahlenfolge 1, 2, 3, 4, 5 u. ſ.; ſie ſtehen alſo unter einander in eben ſolchen Verhältniſſen, wie bey den Transverſaltönen.

Zu Hervorbringung dieſer Schwingungsarten muß die Saite innerhalb eines ſchwingenden Theils mit dem unter einem ſo ſpitzigen Winkel wie möglich gehaltenen Violinbogen der Länge nach geſtrichen werden; es iſt auch eben daſſelbe, wenn man ſie mit Geigenharz beſtreicht, und ſie ſodann mit einem Stückchen Tuch oder einer andern weichen Materie, oder auch mit dem Finger, wenn man ihn etwas mit Harz beſtrichen hat, der Länge nach reibt. Um den tiefſten Ton, wo die ganze Saite der Länge nach ſchwingt, hervorzubringen, muß das Streichen nicht allzuweit von der Mitte geſchehen; aber bey den Schwingungsarten, wo ſich die Saite in aliquote Theile theilt, iſt es rathſam, irgend einen Schwingungsknoten durch Berührung mit einem Finger oder mit einem andern weichen Körper zu dämpfen; das Streichen wird ſodann am beſten näher bey einem Ende der Saite oder überhaupt innerhalb eines ſchwingenden Theils geſchehen können.

Die Geſetze, nach welchen ſich die Höhe und Tiefe der Töne bey dieſen Schwingungsarten richtet, ſind ganz anders beſchaffen, als bey den Transverſalſchwingungen. Darin kommen beyde mit einander überein, daß die gleichartigen Töne im umgekehrten Verhältniſſe der Längen ſtehen; ſie weichen aber darin ganz von einander ab, daß bey den Longitudinalſchwingungen auf die mehrere oder mindere Dicke der Saiten und auf die ſtärkere oder ſchwächere Spannung faſt

gar

gar nichts ankommt, deſto mehr aber auf die Beſchaffenheit der Materie; wie denn z. B. bey gleicher Länge der Saiten die Töne einer Meſſingſaite ungefähr um eine Sexte höher ſind, als die Töne einer Darmſaite, und die Töne einer Stahlſaite ungefähr um eine Quarte oder Quinte höher, als die Töne einer Meſſingſaite. Es läßt ſich alſo kein beſtimmtes Verhältniß der Töne zwiſchen ihnen und den Transverſalſchwingungen angeben; die Töne ſind aber allemal beträchtlich höher, ſo daß der Unterſchied in manchen Fällen mehrere Oktaven betragen kann, weßhalb man ſich auch zu den Verſuchen ſehr langer Saiten bedienen muß.

Wenn man Verſuche über dieſe Schwingungsarten mit Stäben anſtellen will, ſo muß man ſich ſolcher bedienen, die ſo gerade als möglich, etwas lang, und nicht allzudick ſind, weil ſonſt dieſe Arten des Klanges, welche überhaupt nicht ſo leicht, wie die Transverſalſchwingungen, anſprechen, entweder gar nicht, oder nur mit vieler Schwierigkeit ſich würden hervorbringen laſſen. Ob die Stäbe cylindriſch, prismatiſch, oder flach ſind, daran liegt nichts; es wird weiter nichts, als eine gerade und hinreichend lange Strecke von elaſtiſcher Materie erfordert. Die Oberfläche muß ſo glatt als möglich ſeyn, weil dieſes viel zur leichteren Anſprache beyträgt. Um dieſe Bewegungsarten hervorzubringen, halte man den Stab an einer Stelle, wo ein Schwingungsknoten iſt, mit zwey Fingern der einen Hand, und ſtreiche einen ſchwingenden Theil deſſelben der Länge nach mit einem zwiſchen den Fingern der andern Hand gehaltenen Stückchen Tuch, oder einer andern weichen Materie, die, wenn der Stab von Glas iſt, mit Waſſer benetzt,

 und

und mit einem feinen oder ſcharfen Sande, oder auch mit geriebenem Bimſtein beſtreuet wird, wenn aber der Stab von Metall oder Holz iſt, trocken bleibt, und mit Geigenharz oder anderm Harzſtaube beſtrichen wird, da man denn auch vorher auf die Oberfläche des Stabes ſelbſt Harz einreiben kann. Glasſtäbe, wozu ſich lange Barometer= oder Thermometerröhren gut gebrauchen laſſen, ſprechen am leichteſten an; bey andern, beſonders wenn ſie nicht dünn und gerade genug ſind, iſt öfters ein ziemlich ſtarker Druck nöthig. Sollen die Töne nicht ſehr hoch ſeyn, ſo muß man ſich beträchtlich langer Stäbe bedienen.

Ein Stab kann drey verſchiedene Folgen von Longitudinalſchwingungen annehmen, nachdem er 1. ganz frey, 2. an einem Ende befeſtigt und an dem andern frey, 3. an beyden Enden befeſtigt iſt. Wenn ein Stab ganz frey iſt, ſo befindet ſich bey der einfachſten longitudinalen Schwingungsart, welche den tiefſten Ton giebt, in der Mitte ein Schwingungsknoten; die Bewegung geſchieht abwechſelnd von den Enden nach der Mitte, und von der Mitte nach den Enden, ſo daß der Stab ſich abwechſelnd verlängert und verkürzt. Dieſe Bewegungsart läßt ſich leicht hervorbringen, wenn der Stab in ſeiner Mitte gehalten, und nicht allzuweit von einem Ende der Länge nach auf die vorerwähnte Art gerieben wird. Bey der folgenden Bewegungsart, wo der Ton um eine Oktave höher iſt, ſind zwey Schwingungsknoten vorhanden, die ungefähr um den vierten Theil der Länge des Stabes von den Enden entfernt ſind; der Stab wird an einem von dieſen beyden Schwingungsknoten gehalten, und entweder zwiſchen dieſen beyden, oder allenfalls näher an dem Ende, als bey der vorigen Bewegungs-

art,

art, gerieben. Bey der dritten Bewegungsart ſind drey Schwingungsknoten, einer in der Mitte, die beyden andern in der Entfernung des ſechſten Theils von den Enden, der Ton iſt wieder um eine Quinte höher, als der zweyte u. ſ. w. Dieſe Reihe von Tönen kommt mit der natürlichen Zahlenfolge 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. überein, oder vielmehr, wenn man ſie mit der folgenden zuſammenſtellt, mit den geraden Zahlen 2, 4, 6, 8 u. ſ. w.

Wenn der Stab an einem Ende in einen Schraubeſtock eingeſpannt, oder auf eine andere Art befeſtigt, und an dem andern frey iſt, ſo verlängert und verkürzt ſich bey der einfachſten Bewegungsart der ganze Stab, ſo daß er abwechſelnd nach dem feſten Ende und von demſelben abwärts ſtrebt. Man ſtreicht ihn der Länge nach in einer nicht allzugroßen Entfernung von dem freyen Ende, ohne ihn ſonſt irgendwo zu berühren. Der Ton iſt um eine Oktave tiefer, als in dem vorigen Falle der tiefſte war. Bey dem folgenden Klange iſt in der Entfernung des dritten Theils von dem freyen Ende ein Schwingungsknoten, der Ton iſt um eine Oktave und eine Quinte höher, als der vorige; bey der dritten Bewegungsart, wo der Ton wieder um eine große Sexte höher iſt, ſind zwey Schwingungsknoten vorhanden, wovon der äußerſte um den fünften Theil der Länge des Stabes von dem freyen Ende entfernt iſt, u. ſ. w.

Wenn der Stab an beyden Enden befeſtigt iſt, welches am beſten geſchieht, wenn er an ſeinen Enden in zwey Schraubſtöcke geſpannt wird, ſo ſchwingt bey der einfachſten Bewegungsart der ganze Stab ſo, daß er ſich abwechſelnd nach dem einen und nach dem andern feſten Ende drängt. Bey der folgenden Be-

wegungsart theilt er ſich in zwey Theile, und dieſe ſtreben abwechſelnd nach der Mitte und nach den feſten Enden. Der Ton iſt um eine Oktave höher, als der vorige. Eben ſo kann ſich auch der Stab in drey Theile, wie auch in vier oder mehrere theilen. Die Tonfolge bey allen dieſen Schwingungsarten iſt eben=dieſelbe, wie in dem erſten Falle, wo der Stab ganz frey iſt.

Bey der Vergleichung aller dieſer longitudinalen Schwingungsarten findet ſich, daß, wenn man einen Theil, der ſich an einem freyen Ende befindet, als die Hälfte eines zwiſchen zwey feſten Grenzen enthaltenen Theils anſieht, alle möglichen Töne dieſer Art ſich umgekehrt wie die Längen der ſchwingenden Theile verhalten, und im geraden Verhältniſſe der Zahlen ſolcher Halbtheile ſtehen, in welche ſich der Stab eintheilt.

Bey einerley longitudinalen Schwingungsart verhalten ſich die Töne mehrerer aus einerley Materie beſtehenden Stäbe umgekehrt wie deren Längen. Auf die Dicke der Stäbe kommt gar nichts an. Deſto mehr aber kommt die Verſchiedenheit der Materie in Betrachtung. Bey mehreren von Herrn Chladni angeſtellten Verſuchen war der Ton eines 2 rheinländ. Fuß langen Stabes, wenn er an beyden Enden frey war, bey der einfachſten longitudinalen Bewegungsart folgender:

Fiſchbein gab ungefähr - -	3 geſtrichen	a
Engliſches Zinn - - -	— —	h
Silber ungefähr 15löthig - -	4 geſtrichen	d
Nußbaumholz } Taxusholz } - - -	— —	f

Meſ=

Meſſing, Eichenholz, Pflaumenbaumholz	- -	4 geſtrichen fis
Thönerne Tobackspfeifenſtiele	- — —	c bis g
Kupfer beynahe	- - - — —	g
Birnbaumholz, Rothbüchen, Ahorn	- - - — —	gis bis a
Mahagony (gewöhnliches unächtes) beynahe	- - - — —	b
Ebenholz, Weißbüchen, Rüſtern, Erlen, Birkenholz	ungefähr - - — —	b
Lindenholz beynahe	- - — —	h
Kirſchbaumholz	- - - — —	h
Weidenholz, Kiefernholz	- - - - - -	5 geſtrichen c
Glas, Eiſen	ungefähr - - — —	cis
Tannenholz etwas höher als	- — —	cis

Mit einer völligen Genauigkeit ließen ſich die Töne nicht wohl beſtimmen, weil er öfters an denſelben Materien Verſchiedenheiten von einem halben Tone fand. Alle dieſe Töne feſter Körper ſeyen übrigens höher, als der Ton einer eben ſo langen Luftſtrecke in einer offenen Pfeife, welcher ohngefähr das ungeſtrichene c ſeyn würde. Der Unterſchied aller dieſer Longitudinaltöne feſter Körper von den weichſten und zäheſten bis zu den ſprödeſten beträgt nur höchſtens etwa eine Oktave und eine große Terz, und wenn er Fiſchbein und Zinn, die wegen ihrer Weichheit und

Zähigkeit nur einen ſehr unvollkommenen Klang gegeben, ausnahm, betrug der Unterſchied kaum eine Oktave. Herr Chladni glaubt, daß die Verſchiedenheit der Töne von der mindern oder mehreren Sprödigkeit abhange, worunter er hier den Widerſtand, welchen die Materie gegen jede Zuſammendrückung und Ausdehnung nach der Richtung der Länge äußert, verſteht; wahrſcheinlich verhielten ſich die Töne, wie die Quadratwurzeln dieſer Sprödigkeit. Da es aber nicht einerley ſeyn könne, ob bey einem gewiſſen Grade der Sprödigkeit, die hier als bewegende Kraft anzuſehen ſey, viel oder wenig Maſſe in Bewegung geſetzt werde, ſo vermuthe er, daß die Schwere der Materie auch zur Beſtimmung der Höhe und Tieſe der Töne beytrage, und daß dieſe auch im umgekehrten Verhältniſſe der Quadratwurzeln der Schwere ſtehen möchten. Wenn alſo Materien von ſo verſchiedenen ſpeciſiſchen Gewichten, wie z. B. Meſſing, Eichenholz, und thönerne Tobackspfeifenſtiele, wie auch Tannenholz, Eiſen und Glas, einerley Ton gäben, ſo müſſe der Grund davon wohl in der ſo ſehr verſchiedenen Sprödigkeit dieſer Materien liegen, ſo daß in dieſem Falle eine dieſer Eigenſchaften durch die andere compenſirt werde. Seines Erachtens müſſe alſo, wenn n die einer jeden longitudinalen Schwingungsart zukommende Zahl, L die Länge des Stabes, C die Sprödigkeit und G das ſpeciſiſche Gewicht deſſelben bedeutet, der Ton eines longitudinal ſchwingenden Stabes ſeyn $= \frac{n}{L} \sqrt{\frac{C}{G}}$.

Was die Verſchiedenheiten der Transverſal- und Longitudinalſchwingungen betrifft, ſo ſtellt ſie Herr Chladni in folgender Tabelle zuſammen:

Eigen-

Eigenſchaften der Transverſalſchwingungen.	Eigenſchaften der Longitudinalſchwingungen.
Der Stab wird in die Quere in Bewegung geſetzt.	Der Stab wird nach der Richtung der Länge in Bewegung geſetzt.
Er bildet bey ſeinen Schwingungen mancherley krumme Linien.	Er zieht ſich auf mancherley Art zuſammen und dehnt ſich aus nach der Richtung der Länge.
Die Töne verhalten ſich bey den verſchiedenen Schwingungsarten wie die Quadrate gewiſſer Zahlen, z. B. wie die Quadrate von 3, 5, 7, 9, oder 5, 9, 13, 17 u. ſ. oder von 1, 2, 3, 4 u. ſ.	Die Töne verhalten ſich bey den verſchiedenen Schwingungsarten wie die geraden Zahlen 2, 4, 6, 8 u. ſ. oder wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 u. ſ.
Die Töne verſchiedener Stäbe verhalten ſich bey einerley Schwingungsart, umgekehrt wie die Quadrate der Längen.	Die Töne verſchiedener Stäbe verhalten ſich bey einerley Schwingungsart, umgekehrt wie die Längen.
Sie verhalten ſich ferner wie die Dicke,	Auf die Dicke kommt gar nichts an, außer daß, wenn der Stab nach einem Ende zu merklich dicker iſt, dieſes eine kleine Veränderung des Tons verurſachen kann.
wie die Quadratwurzeln der Steifigkeit d. i. des Widerſtandes gegen Biegung,	Wahrſcheinlich verhalten ſich die Töne, wie die Quadratwurzeln der Sprödigkeit, d. i. des Widerſtandes gegen Verengerungen und Erweiterungen nach der Richtung der Länge.

und

und umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Schwere.	Wahrſcheinlich auch umgekehrt, wie die Quadratwurzeln der Schwere.

Außer dieſen Longitudinalſchwingungen hat Herr Chladni noch andere entdeckt, bey welchen der Stab, oder die Theile, in welche er ſich eintheilt, ſich abwechſelnd rechts und links in einer ſchraubenförmigen Richtung ſo bewegen, als ob ſie ſich um ihre Axe drehen wollten. Dieſe Schwingungsarten, welche er im Jahr 1799 bekannt machte, laſſen ſich am beſten an cylindriſchen Stäben, die eine recht glatte Oberfläche haben, durch ein faſt eben ſolches Reiben, wie bey den Longitudinalſchwingungen, hervorbringen, nur mit dem Unterſchiede, daß es nicht nach der Richtung der Länge, ſondern Links oder Rechts in einer drehenden Richtung geſchehen muß, wobey man den Stab an einer Stelle, wo ein Schwingungsknoten iſt, mit zwey Fingern halten kann. Bisweilen hat auch Chladni an parallelepipediſchen oder vierſeitig prismatiſchen Stäben ſolche Schwingungen durch Streichen mit dem Violinbogen in einer diagonalen Richtung hervorgebracht.

Die Arten, wie der Stab, er ſey ganz frey oder an dem einen Ende befeſtigt, und an dem andern frey oder an beyden Enden befeſtigt, ſich abtheilen kann, und die in allen dieſen Fällen ſtatt findenden Reihen von Tönen, wie auch die übrigen Geſetze, nach welchen ſich die Höhe und Tiefe der Töne richtet, ſind ganz eben dieſelben, wie bey den Longitudinalſchwingungen, nur ſind beyde darin verſchieden, daß der Ton bey einer jeden Art von drehenden Schwingungen um eine Quinte tiefer iſt, als bey gleichartigen Longitudinalſchwingungen.

Was

Was die merkwürdige Erſcheinung der ſogenannten Aeolsharfe oder Wetterharfe betrifft, ſo beruhen ihre Töne vorzüglich auf Transverſalſchwingungen, ob man gleich vermuthet hat, daß vielleicht Longitudinalſchwingungen die Urſache hievon ſeyn möchten. Gewöhnlich wird Kircher für den Erfinder der Windharfe angegeben. Das Ideal aber, durch ein Saitenſpiel, dem Winde ausgeſetzt, harmoniſche Töne hervorzubringen, iſt ſeit Kircher's Zeiten wenig oder gar nicht ausgeführt worden, bis endlich um das Jahr 1780 in England wieder daran gedacht worden iſt. Lichtenberg giebt aus William Jones[y]) im Göttingiſchen Taſchenkalender 1789. S. 129. f. folgende Nachricht davon: Pope hatte im Euſtathius bemerkt, daß der Wind, wenn er auf geſpannte Saiten ſtößt, harmoniſche Töne hervorbringe. Dadurch ward ein Schottiſcher Componiſt, Oswald, veranlaßt, die Sache zu verſuchen, hörte endlich nach vielen vergeblichen Verſuchen ſeine Laute tönen, als ſie an die Oeffnung eines nur etwas gelüfteten Aufſchiebfenſters gelegt war, und zog daraus den Schluß, daß alles auf einen dünnen, aber breiten Luftſtrom ankomme. Er ſpannte alſo in einem ſchmalen, etwas hohen und langen Kaſten von trockenem Tannenholze, welcher unten einen Reſonanzboden hat, über zwey Stege, die nahe an den ſchmalen Enden einander gegen über liegen, 8 bis 10 Darmſaiten, alle im Einklange nicht allzuſtraff auf. Eine der breiten Saiten läßt ſich aufſchieben, ſo daß man einen dünnen, aber breiten Luftſtrom quer auf die Saiten leiten kann. Um dieſem den Durchgang

y) Phyſiological diſquiſitions or diſcourſes on the natural philoſophy of the elements. Lond. 1781. 4.

gang zu verſchaffen, kann der obere ſchmale Boden wie ein Pultdeckel aufgehoben werden, der an beyden Seiten noch Flügel hat. So eingerichtet wird das Inſtrument mit der Oeffnung am Schieber dem Winde ausgeſetzt. Sobald dieſer durchzieht, tönt es; die tiefſten Töne ſind die des Einklanges, aber ſo wie ſich der Wind mehr erhebt, entſpringt eine Mannichfaltigkeit entzückender Töne, die alle Beſchreibung übertrifft.

Ferner hatte Herr Hauptmann Haas zu Baſel aus ſeinem Gartenhauſe 15 Eiſendräthe über dem Garten hin nach dem Hofe geſpannt, die 320 Fuß lang ſind. Sie ſtehen ungefähr 2 Zoll von einander ab; die dickſten haben 2 Linien im Durchmeſſer, die mittleren $1\frac{1}{2}$, und die dünnſten ſind 1 Linie ſtark. Sie liegen in der Mittagsfläche, machen mit dem Horizont einen Winkel von 20 bis 30 Grad, und ſind durch Walzen mit Stirnrädern und Sperrhaken ſtark geſpannt. Bey jeder Veränderung des Wetters tönen dieſe Saiten; bald glaubt man den Ton eines Theekeſſels zu hören, ehe das Waſſer darin ſiedet, bald eine Harmonika, bald ein fernes Geläute, bald eine Orgel. Oft wird das Getöne ſo ſtark, daß das Concert im Gartenſaale dadurch geſtört wird. Herr Haas hat dieſer Wirkung wegen der Vorrichtung den Nahmen Wetterharfe gegeben.

Der eigentliche Erfinder dieſer ganz eigenen Vorrichtung iſt der P. Ventan, Probſt zu Brückli unweit Baſel. Dieſer ſchoß zuweilen aus dem Fenſter nach einer Scheibe, mochte aber nicht nach jedem Schuſſe zur Scheibe gehen, und hieng ſie daher an einem langen Eiſendrathe auf, um ſie daran herbey und wieder zurückziehen zu können. Nun bemerk-

te

te er des Nachts, daß dieſer Drath zuweilen tönte. Er ward aufmerkſamer darauf, und fand, daß jeder Eiſendrath, wenn er mit der Mittagslinie parallel geſpannt wird, bey jeder Aenderung des Wetters Töne von ſich gebe. Meſſingdrath tönte nicht, eben ſo wenig Eiſendrath von Oſten nach Weſten ausgeſpannt.

Lichtenberg ſucht die Urſache dieſer Erſcheinung entweder in der Bewegung der Luft, oder in der Veränderung der Dräthe durch Hitze und Kälte, oder in der verſchiedenen Spannung derſelben durch Feuchtigkeit, welche auf das Gebäude wirkt, woran ſie feſt gemacht ſind. Alle dieſe Urſachen können ſeiner Meynung nach ſtoßweiſe wirken. Das regelmäßige Knakken der Ofenplatten und der eiſernen Ofenthüren beym Einheizen und Erkalten zeige, daß die Ausdehnungen beym Eiſen ruckweiſe erfolgen, wodurch ein Prallen und ein Ton entſtehen könne, welcher bey dem empfindlichern Meſſinge, deſſen Ausdehnung ſteter ſey, nicht ſtatt finde. Vorzüglich müſſe man aber die Bewegung der Luft beabſichtigen, welche auch kleine Zweige oder Hälmchen in Schwingungen bringe, mithin auch lange Saiten durch wellenförmige Bewegungen tönen machen könne. Daß von der Spannung von Oſten nach Weſten kein Ton entſtanden ſey, beweiſe noch nichts für einen vermutheten Magnetismus, bis erſt ausgemacht ſey, ob alle übrige Umſtände gleich geweſen, welches kaum zu erwarten ſtehe.

Herr Young [z]) ſtellte neue Unterſuchungen über dieß reizende Inſtrument an, um eine Theorie darüber zu entwerfen. Um alle Ungewißheit in Abſicht der Töne

z) An enquiry into the principal phaenomena of ſounds and muſical ſtrings. Lond. 1784. 8.

Töne zu heben, nahm er alle Saiten bis auf eine einzige ab, und ſetzte das Inſtrument in die erforderliche Lage. Er war nicht wenig verwundert, eine Menge verſchiedener Töne zu hören, nicht ſelten ſolche, die ihm durch einen aliquoten Theil der Saite erzeugt ſchienen, ja oft von der einzigen Saite Akkorde von 2 oder 3 Tönen, und ſchon gab er die Hoffnung auf, dieſe außerordentliche und verwickelte Erſcheinung aus den Grundſätzen aliquoter Theile erklären zu können, als ſich bey einer genauern Unterſuchung zeigte, daß ſie ſich daraus leicht und natürlich ableiten ließ.

Wenn der Luftzug auf eine geſpannte elaſtiſche Saite ſtößt, ſo bringt der Theil des Zuges, der auf die Mitte der Saite trifft, die ganze Saite aus ihrer geradlinichten Lage; da aber ein gewöhnlicher Luftſtrom nicht in gleicher Stärke lange anhält, ſo wird der Luftzug in der Regel die Saite nicht in der gekrümmten Lage erhalten können, da ſie denn vermöge ihrer Elaſticität zurückſchnellt, und in Schwingungen geräth, wodurch die Luft in ſolche Pulſationen verſetzt wird, um im Ohre den Ton der ganzen Saite hervorzubringen. Iſt dagegen der Luftſtrom zu ſtark, als daß die gekrümmte Saite zurückſchnellen könnte, ſo bleibt ſie zwar in ihrer bauchigen Lage, gleich dem Takelwerke eines Schiffs bey heftigem Winde, und kann nicht mit ihrer ganzen Länge ſchwingen; dafür können aber aliquote Theile derſelben in Schwingung kommen, und zwar aliquote Theile von verſchiedener Länge, je nachdem der Luftzug ſtärker oder ſchwächer iſt. Denn, indem die Geſchwindigkeit des Luftſtroms ſo zunimmt, daß er die Schwingungen der ganzen Saite hemmt, wirken die Lufttheilchen,

chen, welche gegen die Mitte der Hälfte ſtoßen, gerade ſo auf die Hälften der Saite, als im Falle der ſympathetiſchen oder mithallenden Töne. Die Schwingungszeit der Hälften iſt nur halb ſo groß, als die der ganzen Saite, daher ein Luftſtrom, um ihre Schwingungen zu hindern, nicht mehr Macht hat, als er gegen die ganze Saite haben würde, wenn ihre Spannung 4mal größer wäre, weshalb ſie (bey etwas ſchwellendem und wieder nachlaſſendem Luftſtrome), ungeachtet die ganze Saite geſpannt bleibt, ſtark genug in Schwingung kommen können, um Pulſationen zu erregen, welche das Trommelfell des Ohrs afficiren. Daſſelbe gilt von andern aliquoten Theilen der ganzen Saite.

Die Wirkung des Windes, wenn er über Getreidefelder hinfährt, kann dazu dienen, dieſes zu erläutern. Iſt der Wind ſo ſchnell, daß ein zweyter Stoß kömmt, ehe der gebogene Halm ſich in die ſenkrechte Lage zurückbringt; ſo ſcheint dieſer immerfort gebogen zu ſeyn. Nimmt aber der Wind an Geſchwindigkeit und Stärke ab, ſo kann der Halm eine Schwingung vollenden, bevor er aufs neue gebogen wird, und ſo wird er ſich beym Stoße des Windes vorwärts und zurück beugen.

Die Lufttheilchen, welche gegen die Saite an Stellen, die nicht in der Mitte aliquoter Theile liegen, ſtoßen, unterbrechen und verhindern eins die Schwingung, welche das andere erzeugt, gerade wie im Falle der ſympathetiſchen und mithallenden Töne, und haben deshalb keine empfindbare Wirkung. Folgende Beobachtungen können dazu dienen, die Richtigkeit dieſer Erklärung zu beſtätigen.

1. Der Grundton der Saite war das große F, die aeoliſchen Töne, die von lauter aliquoten ſchwingenden Theilen der Saite erzeugt werden, wurden deutlich gehört.

2. Während die Saite einen Ton von ſich gab, hielt er gegen die Stelle derſelben, welche der Theorie gemäß für jenen Ton ein Schwingungsknoten ſeyn mußte, irgend ein Hinderniß, und der aeoliſche Ton wurde dadurch nicht gehemmt, indeß er augenblicklich erloſch, wenn man das Hinderniß oder die Dämpfung an einen andern Punkt der Saite anbrachte; ein offenbarer Beweis, daß beym Aeolstone in der That aliquote Theile der Saite für ſich in Schwingung ſind.

3. Als er umgekehrt an den Endpunkt eines aliquoten Theils der Saite einen ſanften Druck anbrachte, erzeugte der Lufthauch gerade den aeoliſchen Ton, den jener aliquote Theil angeben mußte; und ſo ließ es ſich vorher beſtimmen, welchen Aeolston man hören würde. Doch erfolgte der Ton nicht immer, da der Luftzug bald zu ſtark, bald zu ſchwach ſeyn mochte, um gerade dieſen aliquoten Theil der Saite ſo ſtark in Schwingungen zu bringen, daß er tönte. Da aber der Druck an der angebrachten Stelle nothwendig einen Schwingungsknoten erzeugt, ſo kann wenigſtens kein anderer Ton, als der des beſtimmten aliquoten Theils, oder eines aliquoten Theils dieſes aliquoten Theils erfolgen.

4. So wie der Windſtoß zu- oder abnimmt, ſteigt und fällt allmählig der Aeolston, indem ein ſtärkerer Windſtoß die Schwingungen der längern aliquoten Theile hemmt. Dann prädominiren die Schwingungen der kürzern aliquoten Theile, und zwar immer kürzerer, ſo wie der Windſtoß allmählig anwächſt.

Ver-

Verändert ſich die Stärke des Luftſtoßes plötzlich, ſo gehen auch die tiefern Töne nicht ſo ſtufenweiſe, ſondern plötzlich in die höhern Töne kürzerer aliquoter Theile über.

5. Mannichmal hat man einen Accord von 2 oder 3 Aeolstönen zugleich. Dann hat der Lufthauch gerade eine ſolche Stärke, daß er zwey oder drey in der Länge nicht ſehr verſchiedene aliquote Theile mit den kürzern aliquoten Theilen zugleich in Schwingungen ſetzt, die ſich dann nicht ſo ſtören und gegenſeitig aufheben, als wenn die Länge der aliquoten Theile und ihre Schwingungszeit beträchtlich verſchieden ſind. Nie geben lange Saiten ihren Grundton und die Oktave deſſelben zugleich an, wovon der Grund unſtreitig darin liegt, daß, ungeachtet beyde in der Reihe der harmoniſchen Töne unmittelbar auf einander folgen, ihre Schwingungszeit doch ſo verſchieden iſt, daß ein Luftſtrom, der eine Schwingung bewirkt, nothwendig die andern hemmen muß. Ueberhaupt hört man nur bey den höhern aliquoten Theilen der Saite Accorde, und ſie kommen deſto häufiger vor, je höher der Ton iſt, wo dieſe aliquoten Theile minder von einander verſchieden ſind.

6. Oefters laſſen ſich zwar Aeolstöne hören, welche von keinem genauen aliquoten Theile der Saite herrühren; allein ſie ſind nur ſchnell vorübergehend, indem ſie bis zum nächſten von einem genauen aliquoten Theile erzeugten Tone ſteigen oder ſinken. Sie entſtehen beym Uebergange aus einer Eintheilung der Saite in eine andere, indem während deſſelben die ſchwingenden Theile der Saite ſich allmählig verlängern oder verkürzen. Wenn z. B. der Aeolston den Dritteln der Saite gehört, und der Luftſtrom ſich

ſo ändert, daß er die Oktave des Grundtons angiebt, ſo müſſen die Schwingungsknoten allmählig auf der Saite fortrucken, wobey ein ſehr allmähliges Sinken des Tons ſtatt findet, bis er ſich mit der Oktave des Grundtons endigt.

7. Nicht ſelten geben im Uniſono geſtimmte Saiten der Aeolsharfe Misharmonien an. Auch dieſes erklärt ſich auf dieſelbe Art, da durch aliquote Theile einer Saite unendlich viel Discorde entſtehen können.

Nach der Meynung des Herrn Hindenburg [a]) iſt die Wetterharfe ein Inſtrument, welches Longitudinalſchwingungen hervorbringt, und zugleich an Länge und Dicke der Saiten alle andere beſaitete Inſtrumente übertrifft, welche ihre Töne durch Lateralſchwingungen hervorbringen. Allein Herr Chladni bemerkt, daß dieſe Schwingungsart hiebey offenbar nicht ſtatt finde.

Eine andere hieher gehörige merkwürdige Erſcheinung, welche auf eine zufällige Art wahrgenommen wurde, führt zuerſt Herr de Lüc [b]) an. Man beobachtet nämlich bey den Lampen mit brennbarer Luft, wenn man den Schnabel einer ſolchen Lampe in das Innere einer langen und engen Glasglocke bringt, einen ſehr deutlichen Ton. Uebrigens erklärt er dieſes Phänomen für eine Schwingung der Luft in der Glocke, welche durch eine ſchnelle Folge der Bildung reiner ſehr ausgedehnter Dünſte und ihrer plötzlichen Zer-

a) Archiv der reinen und angewandten Mathematik. Heft I. 1794. 8. S. 128.

b) Neue Ideen über die Meteorologie. B. I. S. 138. §. 200.

Zerſtörung hervorgebracht wird. Er vergleicht es mit dem Singen, das dem Kochen des Waſſers vorhergeht, und von Reihen von Dunſtblaſen erzeugt wird, die ſich von dem Boden des Gefäßes erheben und ſich inwendig in dem Waſſer endigen. Die abwechſelnde Bildung und Zerſtörung dieſer Blaſen veranlaßt Stöße des Waſſers gegen ſich ſelbſt in den kleinen durch die zerſtörten Dünſte leergelaſſenen Räume. Dieſe Reihen ſind anfänglich kurz, ſehr klein, und die Töne alsdann ſehr fein; allmählig aber werden ſie dicker und länger, und die Töne tiefer; wenn ſie bis zur Oberfläche des Waſſers ohne Abnahme an Volumen kommen, ſo ändert das Geräuſch ſeine Natur, und das Waſſer kocht. Auf eine ähnliche Art wird der Ton der Brennluftlampen erzeugt, der alſo kein Klingen der Glocke iſt, ſondern zu den Pfeifentönen gehört, und ſich eben ſo, wie dieſe, modificirt.

Herr Hermſtaedt [c]) ward dadurch veranlaßt, den Verſuch durch eine Entwickelung des brennbaren Gas anzuſtellen, welcher nachher von Mehreren wiederhohlt worden iſt. Nach Herrn Scherer gelingt er am beſten auf folgende Art: Man entwickelt brennbare Luft, etwa aus Zink und verdünnter Salzſäure, in einer Entbindungsflaſche, die gegen 8 Zoll Höhe hat. Die Mündung der Flaſche wird ſehr genau mit einem Kork verſchloſſen, durch welchen vorher eine 4 bis 6 Zoll lange gewöhnliche Barometerröhre, an beyden Enden offen, geſteckt iſt. Dieſe Röhre darf unter dem Korke nur $\frac{1}{2}$ Zoll weit in die Flaſche hineinreichen, damit ſie nicht von der aufwallenden Flüſſigkeit

c) Crells chemiſche Annalen 1793. B. I. S. 335.

ſigkeit erreicht werden könne. Man zündet nun den Strom von brennbarer Luft, der bey der Entwickelung aus der Oeffnung der Barometerröhre hervorbringt, mit einem Lichte an. Hiebey iſt aber die größte Vorſicht anzuwenden, daß man dieſen Strom nicht zu zeitig anzünde, weil er anfänglich noch mit der in der Flaſche befindlichen atmoſphäriſchen Luft vermiſcht herauskommt, und eine Knallluft bildet, deren Entzündung eine gefährliche Exploſion verurſachen würde. Erſt nach einiger Zeit, wenn die brennbare Luft rein entweicht, kann man ſie ohne Gefahr anzünden, da ſie denn anfangs mit einer lebhaften Flamme, nach und nach aber mit einer ſchwächern, beym Tageslicht kaum bemerkbaren, brennt. Nun hält man über dieſe Flamme einen Glascylinder, der am obern Ende verſchloſſen iſt; er kann 2 bis 4 Zoll Durchmeſſer, und 12 bis 14 auch noch mehr Zoll Höhe haben. Man hört bald einen Ton, der oft ſehr laut und durchdringend wird, und verſchieden ausfällt, je nachdem man den Cylinder hält, oder ihn tiefer über die Flamme herabbringt. Auch ändert ſich der Ton, wenn man die Fingerſpitzen in die Oeffnung des Cylinders bringt. Doch müſſen die Wände des Cylinders vollkommen trocken ſeyn. Hält man ihn zu frühzeitig über die Flamme, indem ſie noch zu lebhaft brennt, ſo wird die innere Wand von dem entſtehenden Waſſerdunſt belegt, und man iſt nicht mehr im Stande, den Ton hervorzubringen.

Herr Prof. Trommsdorf [d]) las am 3. Dec. 1794 in der Verſammlung der Kurmainziſchen Akademie nützlich. Wiſſenſchaften in Erfurt eine Abhandlung darüber vor, in welcher er urtheilt, das Phänomen ſey

d) Erfurter gelehrte Zeit. 1794. 58. Stück. S. 457. f.

ſey noch nicht befriedigend zu erklären. Er bemerkte hiebey, daß die Flamme ſich zuſpitzt, ſobald der Klang entſteht. Eine lange Glocke, oben mit einer Oeffnung, gab verſchiedene Töne, je nachdem die Oeffnung zugehalten oder offen gelaſſen ward. Auch Herr Trommsdorf leitet den Ton aus dem Vacuum her, das immer durch friſche Luft erſetzt werde, glaubt aber, da innere Luft und Glas erwärmt, und von der äußern Luft wieder abgekühlt werden, ſo möge im Glaſe eine Vibration entſtehen. Daß andere Flammen den Ton nicht erzeugen, liege vielleicht an der Luftſäure, die alle Vibration hindere, oder daran, daß die Vibrationen zu ſtark werden, und die äußere Luft die Spannung nicht aufheben könne, wie bey heißen Glocken, wobey der Verſuch auch nicht gelinge.

Herr Chladni bemerkt aber: daß das Gefäß der klingende Körper nicht ſeyn könne, erhelle ſchon daher, weil durch Umwickelung und Feſthaltung, wie auch durch mehrere und mindere Dicke des Gefäßes, der Klang nicht im mindeſten geändert oder vermindert werde. Es geſchehe hiebey vielmehr nichts anders, als daß durch die Flamme, und durch die Störung des ſich entwickelnden Gas, vielleicht auch durch ein fortdauerndes Einſtrömen der atmoſphäriſchen Luft von unten (um den leeren Raum zu erſetzen, welcher durch die bey dem Verbrennen geſchehende Verwandlung des mit dem Waſſerſtoffgas ſich verbindenden Sauerſtoffgas in Waſſerdämpfe entſteht), die in dem Gefäße enthaltene Luftſäule der Länge nach in zitternde Bewegung geſetzt wird, welche longitudinale Zitterung der Luft man ſtark genug fühle, wenn man unter die Oeffnung des Gefäßes einen Finger halte. Es finden hiebey ganz eben dieſelben Geſetze ſtatt, wie bey Orgelpfeifen und Blasinſtrumen-

ten, der Ton iſt auch allemal ganz derſelbe, als wenn man hineinbläßt. Bey einem an beyden Seiten offenen Gefäße iſt der tiefſte Ton um eine Oktave höher, als bey einem, welches nur unterwärts offen iſt, weshalb man auch an einer Röhre, die an beyden Enden offen iſt, durch Verſtopfung des obern Endes oder Zuhalten deſſelben mit der Hand den Ton um eine Oktave erniedrigen kann. Durch Verengerung der untern Oeffnung, z. B. durch Unterhalten eines oder zweyer Finger, läßt ſich der Ton etwas erniedrigen. Die Töne verhalten ſich übrigens bey einerley Schwingungsart wie die Längen der Röhren oder Gefäße; auf die Weite kommt nichts an. An ſolchen Röhren, die eine beträchtliche Länge, aber wenig Weite haben, gelang es dem Herrn Chladni einigemal, die zweyte, wie auch einmal, die dritte Schwingungsart hervorzubringen; die mögliche Folge von Tönen verhält ſich dabey an Röhren, die nur an einem Ende offen ſind, wie die Folge der ungeraden Zahlen, und an ſolchen, die an beyden Enden offen ſind, wie die Folge der geraden Zahlen. An gläſernen Gefäßen iſt der Klang gewiſſer Maaßen der Harmonika ähnlich, daher man auch dieſer Vorrichtung den Nahmen chemiſcher Harmonika gegeben hat; aber an Röhren von Meſſingblech fand Chladni den Klang weit rauher und ſchnarrender, ſo wie überhaupt bey Blasinſtrumenten der Klang durch das Mitzittern des Inſtruments verſchiedentlich modificirt wird. Durch eine andere Art von Flamme läßt ſich nach Herrn Chladni deßwegen kein Klang hervorbringen, weil außerdem nicht zugleich eine ſolche Strömung, wie hier bey dem ſich entwickelnden Gas, ſtatt findet, und weil auch eine andere Flamme ſchwerlich ſo anhaltend ruhig und gleichförmig ſeyn könne.

Was

Was die Schwingungen gekrümmter Stäbe betrifft, ſo hat dieſe ebenfalls Herr Chladni zuerſt unterſucht. Die Schwingungen einer Gabel, d. i. eines Stabes, welcher in der Mitte ſo gekrümmt iſt, daß ſeine beyden Schenkel mit einander parallel gehen, ſind von den transverſalen Schwingungen eines geraden Stabes, deſſen beyde Enden frey ſind, nicht weſentlich verſchieden, und können durch Vergleichung beyder am beſten beurtheilt werden. Wenn man einen geraden Stab nach und nach krümmt, ſo läßt ſich der allmählige Uebergang der Schwingungen und Tonverhältniſſe deſſelben zu den Schwingungen und Tonverhältniſſen einer Gabel leicht beurtheilen. Durch die Biegung werden nämlich die zwey Schwingungsknoten, zwiſchen welchen ſich die Biegung befindet, einander näher geruckt. Jeder Ton wird dadurch tiefer, als er bey eben der Zahl von Schwingungsknoten an einem geraden Stabe ſeyn würde, ſo daß die an geraden Stäben mit den Quadraten der Zahlen 3, 5, 7, 9 u. ſ. w. übereinkommende Tonfolge in eine ganz andere übergeht. Bey der einfachſten Bewegungsart einer Gabel ſchwingen beyde Schenkel gegen einander und von einander, ſo daß ſie abwechſelnd die Geſtalten (fig. 42.) npgqf und bphqm annimmt, dieſe Bewegungsart iſt von der erſten Bewegungsart eines geraden an beyden Enden freyen Stabes nicht weſentlich verſchieden; nur iſt die Axe, auf welche die krumme Schwingungslinie Beziehung hat, verändert, und die beyden Schwingungsknoten p und q ſind einander ſo genähert, daß man ſie ohne genauere Aufmerkſamkeit faſt für Einen Schwingungsknoten halten ſollte. Der Ton iſt ungefähr um eine kleine Sexte tiefer, als der tiefſte Ton ebendeſſelben Stabes, wenn er gerade und ganz frey iſt. Eine Schwin-

gungsart, wo drey Schwingungsknoten ſind, nämlich einer in der Mitte, und an jedem Schenkel einer, findet an einer Gabel gar nicht ſtatt. Bey der zweyten Schwingungsart einer Gabel ſind vier Schwingungsknoten vorhanden, nämlich in der Mitte zwey ſehr nahe bey einander, und an jedem Schenkel einer; der Ton iſt um zwey Oktaven und eine übermäßige Quinte höher, als bey der erſten Schwingungsart. Der erſte Ton verhält ſich nämlich zum zweyten, wie das Quadrat von 2 zum Quadrate von 5, oder wie 4 zu 25; er paßt aber nicht in die Progreſſion der Töne bey den folgenden Schwingungsarten, welche ſich, von der zweyten angerechnet, wie die Quadrate der Zahlen 3, 4, 5, 6, 7, u. ſ. w. verhalten. Bey der dritten Schwingungsart ſind fünf Schwingungsknoten, einer in der Mitte, und an jedem Schenkel zwey; der Ton iſt um eine kleine Septime 9 : 16 höher, als der zweyte. Bey der vierten Schwingungsart, wo die Höhe des Tons wieder beynahe um eine kleine Sexte zunimmt, ſind ſechs, bey der fünften, wo der Ton wieder um eine verminderte Quinte höher iſt, ſind ſieben Schwingungsknoten u. ſ. w. Die Progreſſion von Tönen hat Herr Chladni zur leichtern Ueberſicht in folgende Tabelle gebracht:

Zahl der Schwingungsknoten	2	3	4	5	6	7	8
Töne	c	fehlt	gis	fis	d	gis	cis +
Zahlen, mit deren Quadraten	(2)		(5)				
die Töne übereinkommen			3	4	5	6	7

Dieſe Reihe von Tönen, von der zweyten Schwingungsart angerechnet, iſt dieſelbe, als von der dritten Schwingungsart eines ſolchen Stabes angerechnet, der gerade und an beyden Enden angeſtemmt wäre.

wäre. Auch ſind die Töne bey den Schwingungsarten, wo in der Mitte zwey Schwingungsknoten ſehr nahe bey einander ſind, eben dieſelben, wie die Töne eines an dem einen Ende befeſtigten Stabes, nur um zwey Oktaven höher; die Urſache liegt nach Herrn Chladni darin, daß bey dieſen Schwingungsarten beyde Schenkel der Gabel ſich ſo gegen einander ſtemmen, daß jeder eben ſo ſchwingt, wie ein gerader Stab, deſſen eines Ende befeſtigt iſt.

Zu Verſuchen ſchicken ſich parallelepipediſche Stäbe, nämlich ſchmale Streifen von Eiſen oder Meſſing, denen man die gehörige Biegung gegeben hat, am beſten; die verſchiedenen Schwingungsarten laſſen ſich leicht durch Streichen mit dem Violinbogen am Ende eines Schenkels, wobey man die Gabel an einem ihrer äußerſten Schwingungsknoten locker zwiſchen zwey Fingerſpitzen hält, hervorbringen; die Schwingungsknoten kann man durch aufgeſtreueten Sand, welcher auf denſelben ruhig bleibt, und von andern Stellen durch die Schwingungen herabgeworfen wird, ſichtbar machen.

Euler (Th. IV. S. 257.) hatte behauptet, daß die Töne eines Ringes in den Verhältniſſen 1, $\sqrt{6}$, $\sqrt{50}$, $\sqrt{105}$, $\sqrt{196}$ u. ſ. ſtehen ſollen. Am Ende ſeiner Abhandlung: inveſtigatio motuum, quibus laminae et virgae elaſticae contrimeſcunt, in Actis Acad. Petrop. pro an. 1779. giebt er die Quadrate 1, 2, 3, 4. u. ſ. w. als die Tonfolge eines elaſtiſchen Ringes an, welches auch Golvolin [e]) zu beſtätigen geſucht hat. Allein Herr Chladni bemerkt, daß dieſe Behauptungen mit der Erfahrung nicht zuſammenſtimmen.

e) Acta Acad. Petrop. pro ann. 1781. P. II.

men. Er hat auch hier zuerſt gezeigt, daß ſich ein Ring bey ſeinen Schwingungen in 4, 6, 8, 10 oder mehrere gleiche Theile eintheilt, und daß ſich die Töne, deren er fähig iſt, wie die Quadrate von 3, 5, 7, 9 u. ſ. w. verhalten. Zu Verſuchen kann man einen etwas ſtarken Meſſingdrath, der an ſeinen Enden mit Schlagloth ſauber zuſammengelöthet iſt, am beſten gebrauchen. Um jede verlangte Bewegungsart hervorzubringen, legt man den Ring an drey Stellen, wo Schwingungsknoten ſind, auf etwas zuſammengedrehtes Papier, oder ſtarken Bindfaden, oder auf andere nicht allzuharte Unterlagen, drückt ihn, damit er ſich nicht verrucke, an ſolchen Stellen mit den Fingern, aber nicht allzuſtark, auf die Unterlagen, und ſtreicht mit dem Violinbogen die Mitte eines ſchwingenden Theils. Die Schwingungen werden weit leichter hervorgebracht werden können, wenn der Ring bey der hier angegebenen horizontalen Lage mit dem Violinbogen ſenkrecht geſtrichen wird, ſo daß die Schwingungen auf- und niedergehen, als wenn man ihn in der Richtung ſeines Durchmeſſers ſtreicht, weil wegen der gewölbten Geſtalt des Ringes jeder Theil von außen nach innen ſich ſo gegen die andern ſtemmt, daß die ſchwingenden Bewegungen nach dieſer Richtung dadurch erſchwert werden, weßhalb auch, wenn man durch ein ſtärkeres Streichen eine Bewegung nach dieſer Richtung erzwingt, die Töne etwas rauher und höher ausfallen, als wenn man ſenkrecht ſtreicht. Um den Ring gehörig ſenkrecht ſtreichen zu können, wird es am beſten ſeyn, wenn man ihn auf einen Tiſch auf ſeine Unterlagen ſo legt, daß der ſchwingende Theil, den man ſtreichen will, etwas über den Rand des Tiſches hervorragt.

Ein Ring, deſſen tiefſter Ton das ungeſtrichene c iſt, wird bey ſeinen übrigen Schwingungsarten folgende Töne geben:

Zahl der Schwingungsknoten	4	6	8		10		12	14
Töne	c	$\overline{fis}$	$\overline{\overline{fis}}$	—	$\overline{\overline{\overline{dis}}}$	—	$\overline{\overline{\overline{a}}}$	$\overline{\overline{\overline{\overline{dis}}}}$
Zahlen, mit deren Quadraten die Töne übereinkommen	3	5	7		9		11	10

u. ſ. w.

Alles dieß hier angeführte iſt eigentlich nur von Ringen, deren Dicke und Breite nicht ſehr beträchtlich von einander verſchieden iſt, zu verſtehen. Ein Ring, der in der Richtung ſeines Durchmeſſers beträchtlich ausgedehnt, und nach der andern dünn iſt, würde mehr als eine runde in der Mitte durchlöcherte Scheibe, und ein Ring, der nach der Richtung ſeines Durchmeſſers nur dünn, und nach der dieſem rechtwinklicht entgegengeſetzten Richtung beträchtlich ausgedehnt iſt, würde als Röhre angeſehen werden können.

Außer dieſen bisher angeführten Erfindungen hat Herr Chladni noch weit mehrere Entdeckungen in der Lehre vom Schalle gemacht, und dadurch zugleich die alte Meynung widerlegt, daß das Weſen des Klanges in den Schwingungen der kleinſten Theile des klingenden Körpers beſtehe. Schon im Jahr 1787. hatte er Mittel aufgefunden, die Schwingungsbewegungen bey klingenden Flächen auch ſichtbar zu machen, und die ruhenden Stellen durch Klangfiguren darzuſtellen [f]). Hiebey kommen nicht krumme Schwingungslinien, ſondern krumme Flächen, die nach mehr als Einer Richtung auf verſchiedene Art gekrümmt

ſind,

f) Entdeckungen üb. die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.

ſind, vor, bey welchen die auf entgegengeſetzten Seiten der Axe befindlichen Theile nicht durch feſte Punkte, ſondern durch feſte Linien, welche man auch Knotenlinien nennen kann, von einander abgeſondert ſind. Zur deutlichen Darſtellung einer jeden Schwingungsart, deren eine Scheibe fähig iſt, wird erfordert, daß man eine oder mehrere Stellen, die in Ruhe bleiben, mit den Fingern oder auf eine andere Art hält, den Rand der Scheibe an einer Stelle, wo ungefähr die Mitte eines ſchwingenden Theils iſt, mit dem Violinbogen rechtwinklicht ſtreicht, und wenn man verlangt, daß die Knotenlinien ſichtbar werden ſollen, auf die horizontal gehaltene Oberfläche der Scheibe etwas Sand ſtreuet, welcher von den ſchwingenden Theilen weggeworfen wird, auf den feſten Linien aber ruhig bleibt, und ſich anhäuft. Man kann ſich gläſerner oder metallener Scheiben bedienen. Gläſerne Scheiben zieht Herr Chladni deßwegen vor, weil man ſie leichter von gleichförmiger Dicke haben kann, als Scheiben von Meſſing oder einem andern Metalle, und weil man auch wegen ihrer Durchſichtigkeit beſſer beſtimmen kann, wo man etwa noch unterwärts irgend eine Stelle mit dem Finger berühren könne. Dünnere Scheiben ſind beſſer zu gebrauchen, als dickere, weil auf den dünnern ſich mehrere Schwingungsarten mit Leichtigkeit hervorbringen laſſen. Geſchliffenes Glas hat er nicht beſſer als gewöhnliches Fenſterſcheibenglas gefunden, weil an geſchliffenem Glaſe zwar jede Oberfläche eben iſt, aber beyde Oberflächen ſelten genau mit einander parallel ſind. Die Schärfen des Randes müſſen mit einer Feile oder auf andere Art abgeſtumpft werden, damit die Haare des Bogens nicht zerſchnitten oder abgerieben werden. Die Größe der Scheiben iſt willkührlich; die kleinſten können

etwa

etwa 3 Zoll im Durchmeſſer ſeyn, die größten, deren ſich Chladni bediente, waren etwas über 1 Dresdener Elle im Durchmeſſer. Kleinere Scheiben ſind zu den einfachern Schwingungsarten beſſer zu gebrauchen; an größern aber kann man bey gehöriger Uebung die Hervorbringung der verwickeltern Schwingungsarten weiter treiben. Die Stellen, wo man bey jeder Schwingungsart halten und ſtreichen muß, laſſen ſich am beſten durch ein richtiges Augenmaaß beſtimmen; eine genaue Abmeſſung der Scheibe wird nicht leicht von Nutzen ſeyn, weil eine Scheibe doch ſelten an allen Stellen eine ſo gleichförmige Dicke und Elaſticität haben möchte, daß eine ſolche Abmeſſung ganz genau zutreffen ſollte. Hat man die Stelle, wo gehalten werden muß, nicht genau genug getroffen, ſo wird man, wenn die Klangfigur etwas unvollkommen erſcheint, durch eine kleine Verrückung der Figur leicht etwas nachhelfen können. Hat man etwa zufällig eine Figur erhalten, die man für intereſſant hält, und gern ein anderesmal wieder erhalten möchte, ſo iſt es rathſam, die Stellen, wo man gehalten oder geſtrichen hat, auf irgend eine Art zu bezeichnen. Die Haltung der Scheibe geſchieht am beſten mit dem Daumen und dem zweyten Finger, und zwar, ſo viel als möglich, nur mit den äußerſten Spitzen dieſer Finger, weil die feſten Linien ſehr ſchmal ſind, und alſo bey einer Haltung mit mehrerer Fläche der Finger die Schwingungen der benachbarten Theile zu ſehr würden gehindert werden. Die Scheibe darf auch nicht etwa an die innere Fläche der Hand anſtoßen. Wenn die gehaltene Stelle eine bey mehreren Schwingungsarten unbewegliche Stelle iſt, wird es nöthig ſeyn, zu Verhütung einer Beymiſchung anderer Schwingungsarten außer der gehaltenen Stelle

noch

noch eine andere Stelle, die nur bey der verlangten Schwingungsart, nicht aber bey den andern in Ruhe bleiben kann, unterwärts mit einem Finger zu berühren. Sonſt kann man auch die Scheibe auf ein Stückchen Kork, oder zuſammengedrehtes Papier, oder auf eine andere nicht allzuharte Unterlage legen, mit einem Finger ſchwach aufdrücken, und ſie etwa noch an einer ſchicklichen Stelle mit der Spitze des Daumen berühren, damit ſie ſich bey dem Streichen nicht verrücke. Zu dem Streichen wird einige Feſtigkeit der Hand erfordert. Der Bogen darf nämlich nicht etwa von einer Stelle zur andern wanken, ſondern er muß genau an einer Stelle auf- oder abgehen. Da bisweilen mehrere Schwingungsarten einerley Stellen, wo man halten und wo man ſtreichen muß, mit einander gemein haben, ſo muß man genau bemerken, welchen Ton die verlangte Bewegungsart giebt, und bey Erſcheinung eines andern Tons ſogleich mit dem Streichen innehalten; ſobald man aber den rechten Klang hört, dieſen durch ein Anwachſen des Bogenſtrichs verſtärken. Gewöhnlich werden Bewegungsarten, welche tiefere Töne geben, leichter durch einen langſamern und ſtärkern, die aber höhere Töne geben, leichter durch einen ſchnellern und ſchwächern Bogenſtrich ſich hervorbringen laſſen. Zu dem Aufſtreuen läßt ſich gewöhnlicher Sand gebrauchen; aber jede andere körnige Materie würde auch eben dieſelbe Wirkung thun. Die Figuren erſcheinen, ſobald ein Klang hörbar iſt; ſie werden deutlicher, wenn vorher die feinſten Theile des Sandes entweder durch Schlemmen mit Waſſer, oder dadurch, daß man den Sand mehrere mal etwas hoch herabfallen läßt, weggeſchafft worden ſind, weil dieſe ſich ſonſt allzuſehr an die Oberfläche des Glaſes anhängen. Jedoch wird

auch

auch die Anweſenheit einiger feinen Staubtheile nützlich ſeyn können, um die Mittelpunkte der Schwingungen, d. i. die Stellen, wo die Schwingungen am größten ſind, ſichtbar zu machen, weil an dieſen der feinſte Staub ſich anhäuft. Wenn an einer Stelle der Scheibe zu viel und an der andern zu wenig Sand ſich befindet, ſo kann man dadurch, daß man die Scheibe etwas nach der andern Seite neigt, eine gleichförmigere Vertheilung des Sandes bewirken.

Zwey ſchwingende Theile, die durch eine feſte Linie von einander getrennt ſind, ſchwingen allemal abwechſelnd nach entgegengeſetzten Richtungen, ſo daß ein Theil ſich über ſeiner urſprünglichen Lage befindet, während der benachbarte unter derſelben iſt. Da überhaupt an jedem klingenden Körper nur ſolche ſchwingende Bewegungen möglich ſind, bey welchen die Theile, in welche er ſich eintheilt, ein ſolches Verhältniß der Größe gegen einander haben, als erforderlich iſt, um in gleicher Geſchwindigkeit ſchwingen zu können, ſo folgt, daß die Geſtalt und die Lage der feſten Linien allemal ſo regelmäßig erſcheinen müſſen, als es die Geſtalt und die übrige Beſchaffenheit der Scheibe zuläßt. Schwingende Theile, die ſich am Rande der Scheibe befinden, ſind allemal weit kleiner, als ſolche, welche zwiſchen feſten Linien eingeſchloſſen ſind. Die feſten Linien können in mancherley geraden und krummen Richtungen von einer Stelle des Randes bis zur andern durch die Scheibe hindurchgehen, aber niemals innerhalb der Scheibe ſich endigen, ſie können auch auf mannichfaltige Art ſo gekrümmt ſeyn, daß ſie innerhalb der Scheibe in ſich ſelbſt übergehen. Die Geſtalt ſolcher krummen Knotenlinien iſt öfters einer Hyperbel, Cykloide, oder Epi-

cykloide ſehr ähnlich. Bey zwey oder mehreren ſchlangenförmigen Linien pflegen die Krümmungen ſich einander abwechſelnd zu nähern und von einander zu entfernen, bisweilen geſchieht dieſes auch bey ſchlangenförmigen Linien, zwiſchen denen ſich eine gerade Linie findet. Diejenigen Stellen, wo die Excurſionen der ſchwingenden Theile am größten ſind, und welche als die Mittelpunkte der Schwingungen angeſehen werden können, laſſen ſich ebenfalls ſichtbar machen, wenn unter dem Sande ganz feiner Staub befindlich iſt, welcher ſich zum Theil daſelbſt anhäuft. Dieſe Stellen zeigen ſich in ſchwingenden Theilen, die nach verſchiedenen Richtungen keine ſehr verſchiedene Ausdehnung haben, meiſtens ziemlich rund, in ſolchen ſchwingenden Theilen, welche nach einer Richtung weit mehr als nach der andern ausgedehnt ſind, erſcheinen ſie mehr in die Länge gezogen, und in ſolchen Theilen, die ſich am Rande befinden, ſind dieſe Stellen nicht unmittelbar am Rande, ſondern ziemlich nahe dabey.

Eine jede Bewegungsart iſt mannichfaltiger Abänderungen fähig, welche bisweilen durch Unregelmäßigkeiten der Scheibe veranlaßt werden, öfters aber auch durch eine kleine Verrückung der Stellen, wo man die Scheibe hält und ſtreicht, abſichtlich bewirkt werden können. Wenn die Geſtalten der feſten Linien dadurch noch ſo ſehr verzerrt ſind, ſo verurſacht doch dieſes wenig oder gar keine Aenderung des Tons, weil dabey jeder ſchwingende Theil, der an einer Stelle etwas verliert, an der andern einen Zuwachs bekommt, ſo daß alſo die verhältnißmäßige Größe der Theile, und mithin auch die Geſchwindigkeit ihrer Schwingungen dadurch nicht verändert wird. Bey ſolchen

Abänderungen oder Verzerrungen der Klangfiguren können zwey einander durchſchneidende Linien oder Theile von ſolchen Linien (fig. 43. c) ſich in ihrem Durchſchnittspunkte trennen, und auf zwey verſchiedene Arten mit einander verbinden, ſo daß ſie ſich als zwey krumme Linien, wie fig. 43. b und d, zeigen, die Krümmungen können auch noch flacher, und die Linien endlich gerade und ganz mit einander parallel werden, wie fig. 43. a und e zeigt; eben ſo können auch zwey nach der einen oder nach der andern Richtung mit einander parallel gehende Linien oder Theile von Linien fig. 43. a und e ſich wie fig. 43. b und d krümmen, und wenn die Krümmung noch ſtärker wird, endlich wie bey fig. 43. c einander rechtwinklicht durchſchneiden. Man kann daher fig. 43. a, b, c, d und e, welche die eigentlichen Grundzüge der Abänderungen ſind, als gleichartig anſehen, es läßt ſich auch öfters durch Verrückung der Finger ein allmähliger Uebergang von einer dieſer Geſtalten zur andern bewirken. Eben ſo ſind auch am Rande einer Scheibe zwey ſchief gegen einander laufende Enden von Linien, oder ein Stück einer krummen Linie, oder ein Stück einer geraden Linie gleichbedeutend, und können ſich in einander umändern.

Zur möglichen Conſtruktion der Schwingungen einer Scheibe aus allgemeinen mechaniſchen Principien bemerkt Herr Chladni, daß der erſte Schritt wohl darin beſtehen möchte, daß man für dieſen Uebergang einer einfachen Bewegung einer Rectangelſcheibe, oder überhaupt eines Theils einer Scheibe, wo die Linien gerade ſind, und wo man ſich die Scheibe, oder den alſo ſchwingenden Theil einer Scheibe als ein Aggregat von unendlich vielen Faſern gedenken könne, die

mit einander parallel gehen, und ſich ſo wie ein freyer Stab bey ſeiner erſten Schwingungsart bewegen, zu ſolchen nicht mehr durch krumme Linien, ſondern durch Flächenkrümmungen auszudrückenden Bewegungen, wo die Knotenlinien ſich mehr oder weniger krümmen, oder ſich auch rechtwinklicht durchſchneiden können, wobey jedoch die ſchwingenden Theile einerley relative Größe behalten, und alſo die Geſchwindigkeit der Schwingungen nicht verändert wird, einen allgemeinen Ausdruck zu finden ſuche. Hätte man dieſen gefunden, ſo müßte man ihn auf zuſammengeſetztere Bewegungsarten anzuwenden, und endlich auch zu beſtimmen ſuchen, was für Einfluß überhaupt die Geſtalt der Scheibe auf die Beſchaffenheit der Schwingungen habe. Es müßte auch bey ſolchen Unterſuchungen darauf Rückſicht genommen werden, in welcher Lage, und in welcher Geſtalt ſich die Mittelpunkte der Schwingungen zeigen.

Jacob Bernoulli [g]) hatte ſich gleich nach der Bekanntmachung der Endeckungen des Herrn Chladni bemüht, die Schwingungen einer Quadratſcheibe durch Theorie zu beſtimmen. Er ſtellt ſich nämlich die Quadratſcheibe als ein netzförmiges Gewebe von Faſern vor, die einander rechtwinklicht durchkreuzen. Allein Herr Chladni führt an, daß dieſe Vorſtellungsart nicht brauchbar zu ſeyn ſcheine, wie ſie denn auch Reſultate gegeben habe, welche mit der Erfahrung nicht zuſammenſtimmen.

An Scheiben, die einander ähnlich ſind, und aus einerley Materie beſtehen, verhalten ſich die Töne bey einerley Schwingungsart wie die Dicken, und um-

g) Nov. Act. Acad. Petrop. pro an. 1787.

umgekehrt wie die Quadrate der Durchmeſſer. An Scheiben, die nicht aus einerley Materie beſtehen, verhalten ſich die Töne, wie die Quadratwurzeln der Steifigkeit, und umgekehrt wie die Quadratwurzeln der ſpecifiſchen Gewichte.

Was die Rectangelſcheibe betrifft, ſo iſt ſie in folgenden drey Fällen anderer Progreſſionen und Schwingungsarten fähig:

1. wenn ſie ganz frey iſt,

2. wenn ſie an einem Ende befeſtigt, und am andern frey iſt, und

3. wenn ſie an beyden Enden befeſtigt iſt.

An einer ganz freyen Rectangelſcheibe kommen die einfachern Schwingungsarten mit denen überein, deren ein frey ſchwingender Stab fähig iſt. Bey der einfachſten Schwingungsart, wo jede Faſer ſchwingt, zeigen ſich bey dem Aufſtreuen des Sandes zwey nach einerley Richtung gehende, und von den Enden faſt um den vierten Theil der Länge der Scheibe entfernte Linien. Bey der zweyten Schwingungsart zeigen ſich drey nach einerley Richtung gehende Knotenlinien, von denen die äußerſten faſt um den 6ten Theil der Länge der Scheibe von den Enden entfernt ſind; eben ſo kann ſich auch die Scheibe in mehrere Theile eintheilen, ſo daß ſich 4, 5, oder mehrere Knotenlinien zeigen, von denen die äußerſten allemal nur beynahe halb ſo weit, als die Länge eines zwiſchen zwey Knotenlinien befindlichen ſchwingenden Theils beträgt, von den Enden der Scheibe entfernt ſind. Die Tonverhältniſſe ſind eben dieſelben, wie bey einem an beyden Enden freyen Stabe, und kommen ebenfalls mit den Quadraten von 3, 5, 7, 9 u. ſ. w. überein, die Breite ſey ſo be-

trächtlich, oder ſo geringe, als man wolle. Zu Hervorbringung dieſer Schwingungsarten wird es am beſten ſeyn, wenn man die Scheibe an einer Stelle, auf welche eine der äußerſten Knotenlinien fällt, mit den Spitzen des Daumen und zweyten Fingers hält, und, wenn die Linien mit dem kürzern Durchmeſſer parallel ſeyn ſollen, in der Mitte einer ſchmalen Seite mit dem Violinbogen ſtreicht. Wenn die Breite der Scheibe es zuläßt, und man an einer langen Seite mit gehöriger Genauigkeit ſtreicht, ſo kann man die Scheibe auch nöthigen, ſo zu ſchwingen, daß 2, 3, oder mehrere Knotenlinien der Länge nach gehen, wobey es ſich von ſelbſt verſteht, daß die Töne, welche unter ſich eben dieſelben Verhältniſſe behalten, welche vorher angegeben ſind, höher ſeyn müſſen, als wenn die Knotenlinien mit dem kürzern Durchmeſſer parallel gehen. Bey allen dieſen einfachern Schwingungsarten können öfters die ihrer eigentlichen Beſtimmung nach geraden Knotenlinien ſich krümmen, welche Krümmung der Linien auch ſo zunehmen kann, daß zwey abwechſelnd ſich einander nähernde und von einander entfernende Linien endlich in diagonaler Richtung ſich rechtwinklicht durchſchneiden, durch welche Verzerrung der Linien das Tonverhältniß meiſt gar nicht, und in einigen Fällen nur ſehr wenig verändert wird. Obgleich bey dergleichen Verzerrungen der Knotenlinien die Schwingungsarten im Weſentlichen eben dieſelben ſind, als wenn dieſe Linien gerade wären, ſo iſt doch die gewöhnliche Theorie der Schwingungen nicht mehr zu Beurtheilung dieſer Geſtaltveränderungen hinlänglich, indem die Geſtalt der Scheibe ſich alsdann nicht mehr durch eine krumme Linie ausdrucken läßt.

Außer dieſen einfachern Schwingungsarten ſind noch viele andere möglich, die alle ſo beſchaffen ſind, daß die Geſtalt der Scheibe nicht durch krumme Linien, ſondern nur durch Flächenkrümmungen würde ausgedruckt werden können, wenn man in der höhern Mechanik und Analyſe ſchon ſo weit wäre, daß man ſie durch irgend eine Gleichung auszudrücken wüßte. Bey dieſen Schwingungsarten zeigen ſich Knotenlinien in die Länge und Quere zugleich, die einander meiſtens rechtwinklicht ſchneiden; in manchen Fällen aber auch auf verſchiedene Art ſich abändern können.

Um ſolche Schwingungsarten, wo eine Knotenlinie der Länge nach geht, die von Querlinien durchſchnitten iſt, hervorzubringen, hält man die Scheibe an einer Stelle, wo ſich zwey Linien durchſchneiden, und ſtreicht die Scheibe mit dem Violinbogen zwiſchen zwey Enden von Querlinien, oder nahe an der nächſten Ecke. Es kann die der Länge nach gehende Knotenlinie von Einer Querlinie durchſchnitten ſeyn, oder von zweyen, oder auch von mehreren. Die Töne kommen an einem Rectangelſtreifen, deſſen Länge ſich zur Breite wenigſtens wie 8 : 1 verhält, oder auch noch beträchtlicher iſt, ungefähr mit der Folge der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4 u. ſ. w. überein, ſie verhalten ſich alſo unter einander, wie die Zahlen der Querlinien; jedoch ſind, wenn die Breite nicht im Verhältniſſe der Länge ſehr gering iſt, die Töne etwas weniges weiter aus einander, ſo daß die etwas mehrere Höhe bey der 4ten oder 5ten Schwingungsart ſchon anfangen wird, bemerkbar zu ſeyn, und bey der 6ten etwa einen halben Ton, bey der 8ten u. ſ. w. noch mehr betragen kann. Je geringer die Verſchiedenheit der Breite von der Länge iſt, deſto

weiter gehen die Verhältniſſe von einander, ſo daß an einer Quadratſcheibe der zweyte Ton um eine Oktave und eine große Terz höher iſt, als der erſte, und bey dem dritten die Höhe wieder um eine Oktave, bey dem vierten ungefähr um eine kleine Septime zunimmt u. ſ. f. Sowohl dieſes Umſtandes wegen läßt ſich kein allgemeines Verhältniß der Töne bey dieſen Schwingungsarten gegen die Töne der vorerwähnten beſtimmen, als auch deßwegen, weil an Scheiben von verſchiedenen Verhältniſſen der Länge zur Breite die erſterwähnten Töne ſich wie die umgekehrten Quadrate der Längen verhalten, und von der Breite nicht abhängen, aber bey gegenwärtigen Schwingungsarten die Höhe des tiefſten Tons im umgekehrten Verhältniſſe der Breite ſowohl als der Länge, oder überhaupt im umgekehrten Verhältniſſe des Flächeninhalts der Scheiben ſteht. An einer Quadratſcheibe iſt dieſer Ton um eine Quinte tiefer, und an der Scheibe, wo beyde Durchmeſſer noch mehr verſchieden ſind, iſt er höher, als der tiefſte Ton bey der erſterwähnten Reihe von einfachern Schwingungsarten, wo zwey Linien mit dem kürzern Durchmeſſer parallel gehen, oder als parallel gehend angeſehen werden können.

Wenn das eine Ende des Rectangels frey und das andere feſt iſt, ſind die einfachern Schwingungsarten und Tonverhältniſſe ſo, wie an Stäben. Die Scheibe kann nämlich ganz ſchwingen, ſo daß ſich gar keine Knotenlinie zeigt; bey der zweyten Schwingungsart zeigt ſich eine Knotenlinie in einer Entfernung von dem freyen Ende, die beynahe den dritten Theil der Länge des Rectangels beträgt; bey der dritten Schwingungsart zeigen ſich zwey Linien in die Quere u. ſ. w. Das Streichen muß in der Mitte des freyen Endes geſchehen.

Außer

Außer dieſen einfachen Bewegungsarten können aber auch andere ſtatt finden, wo eine Knotenlinie in die Länge geht, entweder allein, oder von einer in die Quere gehenden, oder von zweyen, oder auch von mehreren Querlinien durchſchnitten. Die Töne verhalten ſich bey dieſen Schwingungsarten an einem Rectangelſtreifen, der im Verhältniß der Länge nur eine geringe Breite hat, wie die Reihe der ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9 u. ſ. w. Je geringer die Verſchiedenheit der Länge und Breite iſt, deſto mehr erweitert ſich der Abſtand der Töne von einander, eben ſo, wie dieſes bey einer freyen Rectangelſcheibe ſtatt findet. Ein allgemeines Verhältniß dieſer Töne gegen die vorhererwähnten läßt ſich nicht angeben.

An einem Rectangelſtreifen, deſſen beyde ſchmale Seiten feſt ſind, geſchehen die einfachſten Bewegungen ſo, daß ſie mit den Schwingungsarten und Tonverhältniſſen eines an beyden Enden befeſtigten Stabes übereinkommen, wobey ſich alſo entweder bey den Schwingungen des ganzen Streifen gar keine Knotenlinie zeigt, oder der Streifen ſich in 2, 3, 4, und mehrere ſchwingende Theile theilt, und ſich 1, 2, und mehrere in die Quere gehende Knotenlinien zeigen. Dieſe Schwingungsarten aber laſſen ſich nur ſelten und mit vieler Mühe durch Streichen mit dem Violinbogen hervorbringen, weil ein ſolches Streichen nicht an einer ſchmalen Seite, ſondern, weil dieſe befeſtigt ſind, nur an einer langen Seite geſchehen kann.

Unter allen Arten von Rectangelſcheiben haben Quadratſcheiben das einfachſte Verhältniß, weil Länge und Breite einander gleich ſind. Es ſind an denſelben, ſo wie überhaupt an Rectangelſcheiben, alle Arten von Schwingungen möglich, wo eine gewiſſe

Zahl von Knotenlinien mit dem einen oder auch mit dem andern Durchmeſſer parallel geht, oder als parallel mit demſelben gehend angeſehen werden kann. Der Kürze wegen hat Herr Chladni bey jeder Schwingungsart die Zahl der Knotenlinien, welche nach der einen und nach der andern Richtung gehen, durch einen ſenkrecht dazwiſchen geſetzten Strich unterſchieden; ſo wird z. B. 3|0 die Schwingungsart bedeuten, wo nach einer Richtung drey Linien gehen und nach der andern keine, 5|2 die Schwingungsart, wo mit dem einen Durchmeſſer fünf und mit dem andern zwey Knotenlinien parallel gehen, u. ſ. w.

Manche Schwingungsarten der Quadratſcheibe können ſich bey einerley Zahl der Knotenlinien auf zwey verſchiedene Arten zeigen; nämlich die Krümmungen, oder die meiſten Krümmungen der äußerſten Linien können entweder einwärts oder auswärts gehen. Im erſten Falle iſt der Ton tiefer, als im zweyten. Dieſer Unterſchied, welcher nicht als Abänderung, ſondern vielmehr als weſentliche Verſchiedenheit anzuſehen iſt, findet ſtatt bey ſolchen Klangfiguren, wo eine ganze Zahl von Krümmungen vorhanden iſt, wie bey 2|0, 3|1, 4|0, 4|2, 5|3, 6|2, 7|2, 7|3, und wahrſcheinlich noch bey manchen andern; aber nicht bey ſolchen, wo anderthalbe oder drittehalbe Krümmung ſich zeigt, wie z. B. bey 3|0, 4|1, 5|0, 5|2.

Unter allen Schwingungsarten einer Quadratſcheibe giebt 1|1 den tiefſten Ton, man hält dabey die Scheibe in der Mitte, und ſtreicht an einer Ecke. Die Figur kann auch allenfalls ſo verzerrt werden, daß ſie ſich als zwey krumme Diagonallinien (fig. 45.) edh und emn zeigt.

Die

Die Schwingungsart, welche nächſt dieſer den tiefſten Ton giebt, iſt 2|0 mit einwärts gebogenen Krümmungen, welche ſich gewöhnlich, wenn man in der Mitte hält und mitten an einer Seite ſtreicht, als zwey ſich durchkreuzende Diagonallinien (fig. 46.), zeigt, bisweilen aber auch als zwey einwärts gebogene Linien cnd und emk erſcheinen kann. Der Ton iſt um eine Quinte höher, als bey fig. 45.

2|0 mit auswärts gebogenen Krümmungen erſcheint zwar bisweilen wirklich als zwey auswärts gebogene Linien, meiſtens aber beynahe wie ein Kr-is, oder vielmehr wie ein Viereck mit abgerundeten Ecken, wenn man die Scheibe in der Mitte einer Seite nahe am Rande hält, und an der nächſten Ecke ſtreicht. Der Ton iſt um etwas mehr als einen ganzen Ton oder beynahe um eine kleine Terz höher, als bey 2|0 mit einwärts gehenden Krümmungen (fig. 46.), und faſt um eine kleine Septime höher, als bey 1|1 (fig. 45.) Dieſe Schwingungsart klingt voller und ſtärker als die beyden vorigen, und faſt ſo, als ob der Ton um eine Oktave tiefer wäre, als er wirklich iſt.

2|1 (fig. 47.), wo der Ton um eine Oktave und eine große Terz höher, als bey 1|1 (fig. 45.), und um eine große Sexte höher, als bey 46 iſt, erhält man leicht, und meiſtens ſehr regelmäßig, wenn man die Scheibe an einer Stelle, wo zwey Linien einander durchſchneiden müſſen, hält, und mitten an der rechten oder linken Seite ſtreicht. Durch einige Verrückung der Finger, wobey man auch an der in der Figur zur linken Hand befindlichen Ecke ſtreichen kann, läßt ſich auch bisweilen bewirken, daß

ſich

ſich dieſe Schwingungsart als drey diagonale wellenförmige Linien, wie fig. 48., zeigt.

3|0 kann ſich auf allen Scheiben, die nicht allzu unregelmäßig ſind, wie fig. 49., zeigen. Dieſe Schwingungsart iſt unter allen die brauchbarſte, um jemanden von den vorher erwähnten Abänderungen und Verzerrungen der Knotenlinien, wodurch der Ton nicht geändert wird, einen deutlichen Begriff zu geben. Man kann nämlich durch eine kleine Verrückung der Finger leicht eine dieſer Figuren in die andere verwandeln. Wenn man die Scheibe an der Stelle m hält, und an der nächſten Stelle bey n ſtreicht, ſo erſcheinen drey gerade Linien, und die Scheibe bewegt ſich genau ſo, wie ein freyer Stab bey ſeiner zweyten Schwingungsart; rückt man aber mit den Fingerſpitzen, welche die Scheiben halten, etwas weiter einwärts, und ſtreicht an eben der Stelle, wie vorher, ſo krümmen ſich die Linien; ruckt man mit den Fingern noch weiter einwärts, ſo krümmen ſich die Linien noch mehr, und vereinigen ſich endlich in zwey Stellen. Der Ton iſt hier um 2 Oktaven und etwas mehr als einen halben oder beynahe einen ganzen Ton höher, als bey fig. 45.

2|2 erſcheint, wenn man eine Stelle, wo zwey Linien einander durchſchneiden müſſen, hält, und in der Mitte einer Seite ſtreicht. Dieſe Schwingungsart, ſo wie andere, wo das innere der Scheibe von Knotenlinien umſchloſſen iſt, giebt einen vollern und weniger unangenehmen Ton, als manche andere. Wenn die Scheibe etwas unregelmäßig iſt, oder die Stelle des Haltens etwas verändert wird, wobey man auch an der nächſten Ecke ſtreichen kann, ſo zeigt ſich die Figur auch bisweilen, als vier wellen-

för-

förmige Diagonallinien, oder auch auf andere Arten verzerrt.

3|1 erſcheint nie auf einer Quadratſcheibe (wohl aber auf andern Rectangelſcheiben) mit lauter geraden Linien, ſondern allemal ſo, daß von den drey nach einer Richtung gehenden Linien die äußern entweder einwärts oder auswärts gebogen ſind. Dieſe beyden Schwingungsarten ſind nicht als Abänderungen, ſondern als weſentlich verſchieden anzuſehen; die zweyte iſt auch ungefähr um einen ganzen Ton höher als die erſte.

3|2 läßt ſich bisweilen ganz regelmäßig hervorbringen, wenn man an der Stelle linker Hand, wo zwey Linien ſich durchſchneiden, die Scheibe hält, und in der Mitte der vordern Seite ſtreicht. Verruckt man die Haltungsſtelle etwas, ſo verändert ſich die Figur meiſtens in 5 wellenförmige Diagonalen, wobey es am beſten iſt, an der nächſten Ecke zu ſtreichen.

4|0 gehört auch unter diejenigen Schwingungsarten, die ſich auf zwey ganz von einander verſchiedene Arten zeigen können, nämlich ſo, daß die äußern Linien entweder einwärts oder auswärts zweymal gebogen ſind.

Bey 4|1 können alle Linien gerade ſeyn; man hält die Scheibe an der nächſten Stelle, wo die beyden Linien ſich ſchneiden, und ſtreicht entweder an derſelben Seite näher nach der Ecke zu, oder an der rechten Seite zwiſchen zwey Linien. Bey verändertem Verfahren werden die Figuren verzerrt.

3|3 erſcheint meiſtens regelmäßig, kann ſich aber bisweilen in 6 ſchiefe wellenförmige Diagonalen verwandeln.

4|2

4|2 hat Herr Chladni nie mit geraden Linien erhalten können.

5|0 erſcheint nur ſelten regelmäßig mit wellenförmigen Linien, die drittehalbmal gekrümmt ſind, und ihre Ein- und Ausbiegungen gegenſeitig einander zukehren.

5|1 erſcheint äußerſt ſelten mit geraden Linien.

4|3 läßt ſich auf regelmäßigen Scheiben mit geraden Linien leicht darſtellen.

5|2 erſcheint ſowohl mit geraden Linien, als auch verzerrt.

4|4 zeigt ſich meiſtens mit geraden Linien, kann aber auch auf verſchiedene Arten verzerrt werden, und ſich auch als 8 wellenförmige Diagonalen zeigen.

5|3 erſcheint nicht mit geraden Linien.

Uebrigens folgert Herr Chladni aus den Tonverhältniſſen einer Rectangelſcheibe von verſchiedenen Verhältniſſen der als unveränderlich angenommenen Länge zur Breite folgende Reſultate:

1. daß die mit den Schwingungen eines freyen Stabes übereinkommenden Schwingungsarten 2|0, 3|0, 4|0 u. ſ. w. nicht nur ihre Verhältniſſe unter ſich, wie die Quadrate von 3, 5, 7 u. ſ. w., ſondern auch ihre abſolute Tonhöhe beybehalten, indem die Töne bey dieſen Schwingungsarten von der Länge, nicht aber von der Breite des Rectangels abhängen. Wenn man auch die Breite ſo verminderte, daß aus der Rectangelſcheibe endlich ein vierſeitiger prismatiſcher Stab würde, ſo würden doch dieſe Töne eben dieſelben bleiben. Die einzige Abweichung, welche ungefähr einen halben Ton betragen kann, zeigt ſich bey

bey dem Uebergange einer Quadratſcheibe zu einer Rectangelſcheibe von ungleichen Durchmeſſern.

2. Daß die Schwingungsarten, wo bloß der Länge nach Knotenlinien gehen, 0|2, 0|3, 0|4 u. ſ. w. auch unter ſich die Verhältniſſe der Quadrate von 3, 5, 7, 9 u. ſ. w. beybehalten, jedoch im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate des kürzern Halbmeſſers an Höhe zunehmen; welches auch ganz der Theorie gemäß iſt, indem dieſe Schwingungsarten in Beziehung auf den kürzern Durchmeſſer eben das ſind, was die vorher erwähnten Schwingungsarten 2|0, 3|0, 4|0 u. ſ. w. in Beziehung auf die längern Durchmeſſer waren.

3. Daß bey den Schwingungsarten, wo eine nach der einen Richtung gehende Knotenlinie von ſolchen, die nach der andern Richtung gehen, durchſchnitten wird, oder 1|1, 2|1, 3|1, 4|1 u. ſ. w. die Töne, welche an einer Quadratſcheibe ungefähr in den Verhältniſſen 6, 15, 30 u. ſ. w. ſtehen, bey größerer Verminderung des einen Durchmeſſers einander immer näher geruckt ſind, ſo daß ſie, bey einem Verhältniſſe der beyden Durchmeſſer gegen einander wie 1 zu $\frac{1}{8}$, ſchon beynahe mit der natürlichen Zahlenfolge 1, 2, 3, 4, 5 u. ſ. w. übereinkommen, und, wenn die Breite des Rectangels noch weiter vermindert wird, endlich ganz in dieſe Verhältniſſe übergehen. Die Höhe des tiefſten Tons dieſer Reihe, oder 1|1, nahm immer ungefähr in demſelben Verhältniſſe zu, in welchem die Breite des Rectangels vermindert ward. An einer Quadratſcheibe war der Ton bey dieſer Schwingungsart um eine Quinte tiefer, als bey 2|0, an einer Scheibe, deren Breite

unge-

ungefähr $\frac{2}{3}$ der Länge betrug, war er eben derſelbe, und an Scheiben von geringerer Breite war er höher.

4. Daß bey allen übrigen Schwingungsarten, wo mehrere nach der einen Richtung gehende Knotenlinien von ſolchen, die nach der andern Richtung gehen, durchſchnitten werden, die Töne bey verminderter Breite auch erhöht werden, und zwar bey ſolchen Schwingungsarten, wo mehrere Linien in die Länge gehen, beträchtlicher, als bey ſolchen, wo die Zahl der Querlinien größer iſt.

Daß die Schwingungsarten, wo eine der Länge nach gehende Knotenlinie von ſolchen, die in die Quere gehen, durchſchnitten wird, in ihrer Art eben daſſelbe ſind, was an einem cylindriſchen oder prismatiſchen Stabe die drehenden Schwingungen ſind, und endlich bey weiterer Verminderung der Breite eines Rectangels bis zu einem vierſeitig prismatiſchen Stabe wirklich darin übergehen, ſucht Herr Chladni auf dieſe Art darzuthun. Es ſey nämlich (fig. 50.) cdef ein Theil einer Rectangelſcheibe, wo die der Länge nach gehende Knotenlinie mq von der in die Quere gehenden ab durchſchnitten wird, ſo ſchwingen allemal zwey durch eine Knotenlinie von einander getrennte Theile nach entgegengeſetzten Richtungen, ſo daß alſo die hier durch + bezeichneten Stellen über der natürlichen Lage ſich befinden, während die durch — bezeichneten unter derſelben ſind, und ſo umgekehrt. Wenn alſo das Stück anqd ſich niederwärts, und in eben der Zeit das Stück nqfb ſich aufwärts bewegt, ſo iſt es eben das, als ob das ganze Stück adfb ſich rechts etwas drehte. Eben ſo iſt es bey dem jenſeits der Querlinie befindlichen Stücke abec, wo die Bewegungen der beyden Theile anmc und

mnbe

mnbe nach den entgegengeſetzten Richtungen geſchehen, eben daſſelbe, als ob das ganze Stück abec ſich ein wenig links drehte, wenn man den Standpunkt des Beobachters bey q annimmt. Bey der folgenden Schwingung werden die durch + bezeichneten Stellen unter, und die durch — bezeichneten über der natürlichen Lage ſeyn, es wird alſo eben das ſeyn, als ob adfb ſich links und abec ſich rechts ein wenig drehte, und ſo immer abwechſelnd, während die Stelle, worauf die Querlinie ab fällt, immer unbeweglich iſt. So wie dieſe Art der Bewegung hier an einem Stücke einer Rectangelſcheibe gezeigt iſt, ſo geſchieht ſie auch bey den drehenden Schwingungen eines Stabes; die Geſetze, nach welchen die Höhe und Tiefe der Töne ſich richtet, ſind in ihrer Art auch eben dieſelben. Wenn nun eine Rectangelſcheibe oder ein Stab noch weiter in die Länge ausgedehnt iſt, und mehrere ſolche Querlinien oder feſte Stellen wie ab vorhanden ſind, ſo drehen ſich immer zwey durch eine feſte Stelle getrennte Theile nach entgegengeſetzten Richtungen.

Bey den Schwingungen einer runden Scheibe zeigen ſich die Knotenlinien entweder ſo, daß ſie von einer Stelle des Randes zur andern in geraden oder krummen Richtungen gehen, oder als concentriſche Kreiſe, die in manchen Fällen zirkelrund ſind, meiſtens aber eine gewiſſe Anzahl von Biegungen annehmen. Der Kürze wegen bezeichnet Herr Chladni auch hier die Zahl der durchgehenden Linien mit den gewöhnlichen Ziffern vor dem Strich, und die Zahl der concentriſchen Kreiſe mit Römiſchen Ziffern hinter dem Strich; ſo wird z. B. 2|0 die Schwingungsart bedeuten, wo nur allein zwey durchgehende

Linien vorhanden ſind, 0|I die, wo nur ein Kreis ſich zeigt, 4|III die, wo vier durchgehende Linien und drey Kreiſe vorhanden ſind, u. ſ. w.

Die Klangfiguren mit durchgehenden Linien, ohne Kreiſe, zeigen ſich ſternförmig, wenn die Linien gerade ſind und ſich in der Mitte der Scheibe durchſchneiden; die Linien können auch ihre Lage ver-verändern, ſich krümmen, und auf mannichfaltige Arten trennen und verbinden, wodurch aber weder die Zahl der Linien noch das Tonverhältniß verändert wird.

2|0 (fig. 51.), wo zwey durchgehende Linien ſich kreuzförmig durchſchneiden, giebt unter allen Schwingungsarten den tiefſten Ton. Zu Hervorbringung derſelben hält man die Scheibe in der Mitte, und berührt, wenn man die Lage der einen Knotenlinie genauer beſtimmen will, noch irgend eine Stelle, auf welche dieſe Linie fallen ſoll, und ſtreicht an einer Stelle des Randes, die ungefähr 45 Grad von der Richtung dieſer Linie entfernt iſt.

Bey der zweyten Schwingungsart, 3|0 (fig. 52.), wo die drey in der Mitte ſich durchſchneidenden Linien ſich wie ein ſechsſtrahliger Stern zeigen, iſt der Ton um eine Oktave und einen ganzen Ton höher, als bey der vorigen. Man hält und berührt die Scheibe eben ſo, wie bey der erſtern Schwingungsart, ſtreicht aber nicht an eben derſelben Stelle, ſondern an einer Stelle, die von der durch Berührung beſtimmten Linie ungefähr um den vierten Theil des Umkreiſes entfernt iſt. Man kann auch, anſtatt in der Mitte zu halten und noch eine Stelle zu berühren, die Scheibe etwas außer der Mitte halten, wodurch ebenfalls die Richtung der einen Knotenlinie ſchon hinlänglich be-

beſtimmt wird, und ſo kann man zu Hervorbringung der folgenden Bewegungsarten deſto weiter außerhalb der Mitte halten, je größer die Zahl der Linien ſeyn ſoll, weil der ſich nicht bewegende mittlere Theil der Scheibe bey ſolchen ſternförmigen Figuren deſto größer iſt, je mehr Linien daſelbſt zuſammentreffen.

4|0 kann ſich ſternförmig zeigen, oder auch öfters wie fig. 53. Der Ton iſt um eine kleine Septime höher, als bey 3|0, und um zwey Oktaven höher, als bey 2|0.

Unter den folgenden Schwingungsarten 5|0, 6|0, 7|0, 8|0, u. ſ. f., welche ſich alle ſowohl ſternförmig, als auch abgeändert zeigen können, iſt 8|0 beſonders vieler regelmäßigen Abänderungen fähig. Bey allen Verzerrungen iſt die Zahl der krummen Knotenlinien eben dieſelbe, als wenn dieſe gerade ſind, und die Figur ſich ſternförmig zeigt.

Die Folge der Töne bey allen dieſen Schwingungsarten ſcheint ſich wie die Quadrate von 2, 3, 4, 5 u. ſ. w., oder überhaupt, wie die Quadrate der Zahlen durchgehender Knotenlinien zu verhalten, jedoch ſind die Abſtände der Töne von einander ein wenig kleiner, als ſie vermöge dieſer Progreſſion ſeyn ſollten.

Bey Schwingungsarten, wo ein Kreis vorhanden iſt, kann dieſer entweder allein, oder von 1, 2, 3 oder mehreren faſt allemal geraden Linien durchſchnitten ſeyn.

0|1 (fig. 54.) giebt einen Ton, der ungefähr um eine kleine Sexte höher iſt, als bey 2|0 (fig. 51.). Man hält die Scheibe an einer Stelle, auf welche ein Kreis fällt, und ſtreicht an der nächſten Stelle

des Randes. Das Halten muß mit den äußerſten Fingerſpitzen geſchehen, weil ſonſt die Schwingungen der nächſten Theile zu ſehr würden gehindert werden; das Streichen muß, weil es einer der tiefſten Töne iſt, langſamer, und mit einem etwas anhaltendern Drucke, als bey manchen andern Schwingungsarten, geſchehen. Die Art der Bewegung iſt unter allen, die an einer runden Scheibe möglich ſind, die einfachſte.

1|I (fig. 55.) iſt unter allen Schwingungsarten am leichteſten hervorzubringen; man hält die Scheibe an irgend einer Stelle nahe am Rande, wo der Kreis und die im Durchmeſſer gehende Linie einander durchſchneiden ſollen, und ſtreicht an einer Stelle, die ungefähr 90 Grad davon entfernt iſt. Man kann an Scheiben, die nicht allzuunregelmäßig ſind, durch Veränderung der Stellen, wo man hält und ſtreicht, wobey doch allemal die letztere ungefähr 90 Grad von der erſtern entfernt seyn muß, leicht die Lage der im Durchmeſſer gehenden Linie verändern, und ſie nach Belieben in jedem Durchmeſſer gehen laſſen. Der Ton iſt beynahe um eine Oktave und einen ganzen Ton höher, als bey 0|I.

2|I (fig. 56.) erſcheint, wenn man eben ſo, wie bey 1|I, hält, aber nicht an derſelben Stelle ſtreicht, ſondern an einer, die ungefähr um 45 Grad von der Haltungsſtelle entfernt iſt. Zu mehrerer Beſtimmtheit der Figur kann man außerdem noch die Scheibe an einer Stelle auf der in die Quere gehenden Linie berühren, oder an deren Ende an etwas ſchwach anſtemmen. Der Ton iſt beynahe um eine kleine Septime höher, als bey 1|I, und beynahe zwey Oktaven höher, als bey 0|I.

Man

Man kann auch, um 3|1, 4|1, 5|1, und mehrere dergleichen radförmige Figuren hervorzubringen, außerdem daß man die Scheibe an einer Stelle hält, wo ein Kreis und eine durchgehende Linie ſich ſchneiden, und immer näher bey der gehaltenen Stelle ſtreicht, auch noch mit einem Finger eine Stelle des Kreiſes berühren; der Kreis erweitert ſich immer mehr, je größer die Zahl der durchgehenden Linien iſt, wonach man ſich in Anſehung der Berührung richten muß. Es wird auch bisweilen zu leichterer Hervorbringung ſolcher Schwingungsarten dienlich ſeyn, wenn die Scheibe zugleich an einer Stelle, wo eine durchgehende Linie ſich endigen muß, ganz ſchwach an etwas angeſtemmt wird.

Zwey Kreiſe können ebenfalls allein, oder von irgend einer Zahl gerader oder krummer durchgehender Linien durchſchnitten ſeyn. Die Kreiſe erſcheinen bisweilen als concentriſche Zirkel; öfter aber nimmt auch der äußere Kreis eine beſtimmte Zahl von Biegungen an, die, ſo wie auch bey den folgenden Figuren, wo mehrere Kreiſe ſind, mit einer Epicykloide Aehnlichkeit haben. Der innere Kreis iſt meiſtens einer Ellipſe ähnlich. Wenn die durchgehenden Linien ſich verzerren, ſo nehmen ſie meiſtens eine Geſtalt an, die einer Hyperbel ähnlich iſt.

An Klangfiguren mit drey oder mehreren Kreiſen können dieſe ſich zwar auch mannichmal concentriſch zeigen, meiſtens aber nehmen die Kreiſe Biegungen an, welche ſich abwechſelnd einander nähern und von einander entfernen, und an den innern Kreiſen flacher ſind, als an den äußern. An dem innerſten Kreiſe, welcher gewöhnlich elliptiſch iſt, hat Chladni nie Biegungen bemerkt.

Die meiſten der zuſammengeſetzten Klangfiguren wird man zwar nicht immer nach Willkühr hervorbringen können, jedoch wird man an hinlänglich großen und dünnen Scheiben durch kleine Veränderungen des Haltens, Berührens, Anſtemmens, und Streichens jede dieſer Klangfiguren unvermuthet erhalten können. Nur iſt hiebey zu bemerken, daß in allen Fällen, wo das Halten und Streichen gewiſſer Stellen auf Hervorbringung mehr als Einer Schwingungsart wirken kann, man genau beobachten muß, bey welchem Tone die verlangte Figur ſich zeigen will, und ſobald dieſer Ton gehört wird, ihn durch die gehörige Art des Bogenſtrichs zu verſtärken, andere Töne aber, die ſich mit hinein mengen wollen, ſo viel als möglich zu verhindern ſuchen muß.

An elliptiſchen Scheiben haben die Schwingungsarten, wenn beyde Durchmeſſer der Scheibe nur wenig verſchieden ſind, viel Aehnlichkeit mit den Schwingungen einer runden Scheibe; bey einer beträchtlichern Verſchiedenheit beyder Durchmeſſer erhalten ſie aber etwas mehr Aehnlichkeit mit den Schwingungen einer Rectangelſcheibe. Es können Knotenlinien in die Quere gehen, welche gewöhnlich einwärts gebogen und Hyperbeln, die ihre convexe Seite der Mitte zukehren, ſehr ähnlich ſind; es kann auch eine Knotenlinie in die Länge gehen, von Querlinien durchſchnitten; es können ſich aber auch Knotenlinien zeigen, die einen oder mehrere in die Länge gezogene Kreiſe vorſtellen, und dieſe können allein, oder von einer in die Länge gehenden Linie, oder auch von Querlinien durchſchnitten ſeyn. Der Kürze wegen bezeichnet auch hier Herr Chladni die Schwingungsarten ſo, daß die Zahl der Querlinien und der in die Länge gehenden Linien

Linien (wo er immer einen Kreis als zwey Linien in die Länge anſieht) vor einem Striche, und die Zahl der in die Länge gehenden Linien hinter denſelben geſetzt wird.

Um die Reihe von Schwingungsarten, wo Knotenlinien bloß in die Quere gehen, oder 2|0, 3|0, 4|0 u. ſ. w. hervorzubringen, hält man die Scheibe mitten auf einer der äußerſten ſolcher Linien, mit den Spitzen des Daumen und noch eines Fingers, und ſtreicht mit dem Violinbogen am nächſten Ende des langen Durchmeſſers. Der Klang iſt bey dieſen Schwingungsarten gewöhnlich etwas rauh, und ohne Nachhall, weil (ſo wie überhaupt bey Schwingungsarten, wo man nur auf einer Linie, nicht aber an einer Stelle, wo zwey Linien ſich ſchneiden, halten kann), die der Haltungsſtelle benachbarten ſchwingenden Theile durch die Berührung ein wenig in ihren Schwingungen gehindert werden.

Zu Hervorbringung der Schwingungsarten, wo eine in dem längern Durchmeſſer befindliche Knotenlinie von Knotenlinien, die in die Quere gehen, durchſchnitten wird, oder 1|1, 2|1, 3|1 u. ſ. w. hält man die Scheibe an einer Stelle, wo die der Länge nach gehende Linie von einer Querlinie durchſchnitten wird, alſo bey der erſten ſolcher Schwingungsarten in der Mitte, bey den übrigen aber an einer der äußerſten ſolcher Stellen, und ſtreicht zwiſchen zwey Enden von Querlinien, oder, welches in manchen Fällen beſſer iſt, zwiſchen den Enden der letzten Querlinien, oder, welches in manchen Fällen noch beſſer iſt, zwiſchen den Enden der letzten Querlinien und der in die Länge gehenden Linie. Wenn

viele Linien in die Quere gehen ſollen, kann man außerdem zu noch mehrerer Beſtimmtheit auch die folgende Stelle, wo eine Querlinie die der Länge nach gehende Linie durchſchneidet, mit der Spitze eines andern Fingers berühren. Dieſe Reihe von Schwingungsarten hat, eben ſo wie die vorher erwähnten, an langen Ellipſen die größte Aehnlichkeit mit dergleichen Klangfiguren an einer Rectangelſcheibe.

Bey der folgenden Reihe von Schwingungsarten zeigt ſich ein noch mehr, als die Ellipſe ſelbſt, in die Länge gezogener Kreis, entweder allein, oder von Querlinien durchſchnitten. Da ein Kreis als zwey der Länge nach gehende Knotenlinien anzuſehen iſt, und an langen Ellipſen ſich auch wirklich ſo zeigt, ſo bezeichnet Chladni dieſelben durch 0|2, 1|2, 2|2, 3|2 u. ſ. w. Bey der einfachſten ſolcher Schwingungsarten, wo keine Querlinie vorhanden iſt, hält man an einer Stelle des Kreiſes; wobey es vortheilhaft ſeyn wird, noch eine Stelle deſſelben mit der Spitze eines andern Fingers zu berühren, und ſtreicht ungefähr mitten an einer Seite. An langen Ellipſen iſt gewöhnlich an jedem Ende, wo die 2 der Länge nach gehenden Linien zuſammenkommen, eine beträchtliche Stelle, welche unbeweglich bleibt, indem ſich die Schwingungen nur über die Mitte der Scheibe verbreiten; in dieſem Falle wird es am beſten ſeyn, wenn man die Scheibe an irgend einer nicht gar zu weit von dem einen Ende entfernten Stelle hält und noch eine Stelle der Knotenlinie weiter nach der Mitte einer Seite mit noch einer Fingerſpitze unterſtützt, und nicht weit davon, ungefähr in der Mitte einer Seite, mit dem Violinbogen ſtreicht. Zu Hervorbringung der Schwingungsarten, wo Querlinien den Kreis, oder

oder die zwey in die Länge gehenden Linien durchſchneiden, hält man die Scheibe an einem ſolchen Durchſchnittspunkte und ſtreicht zwiſchen zwey Enden von Linien. Am ſchicklichſten wird es ſeyn, einen der äuſserſten Durchſchnittspunkte zu halten, und weiter nach dem nächſten Ende der Scheibe zu ſtreichen.

Um die Schwingungsart o|3 hervorzubringen, hält man die Scheibe nahe an dem einen Ende, da wo die Linien ſich ſchneiden, und ſtreicht ungefähr in der Mitte der Scheibe. Zu Hervorbringung der Schwingungsarten, wo die drey der Länge nach gehenden Linien von Querlinien durchſchnitten werden, ſo wie auch der übrigen Schwingungsarten, wo zwey Kreiſe, zwey Kreiſe und eine im längern Durchmeſſer gehende Linie, u. ſ. w. entweder allein, oder von Querlinien durchſchnitten, ſich zeigen, verfährt man ungefähr eben ſo, wie bey Schwingungsarten mit einem Kreiſe, nur mit dem Unterſchiede, daß die Stellen, wo man halten, oder wo man die Scheibe außerdem noch zu mehrerer Beſtimmtheit der Figur mit einer Fingerſpitze berühren kann, deſto weiter nach außen befindlich ſind, je zuſammengeſetzter die Schwingungsart iſt, welche man hervorbringen will.

Aus den Verſuchen des Herrn Chladni mit elliptiſchen Scheiben ergaben ſich folgende Reſultate:

1. daß die erſte Reihe von Schwingungsarten, wo bloß Querlinien vorhanden ſind, ſich bey allmähliger Verminderung des einen Durchmeſſers nur nach und nach von der zweyten Reihe, bey welcher eine Linie in die Länge geht, und zwar in den tiefern Tönen zuerſt, abſondert, und daß bey dieſer erſten Reihe, von der runden Geſtalt einer Scheibe an gerech-

 net,

net, bis zu der groͤßten Verminderung des einen Durchmeſſers die Hoͤhe der Toͤne nur ungefaͤhr um eine große Terz zunimmt. Die Tonverhaͤltniſſe dieſer Reihe, welche an einer runden Scheibe mit den Quadranten von 2, 3, 4, 5 u. ſ. w. uͤbereinkommen, gehen hier etwas weiter aus einander.

2. Daß die Tonverhaͤltniſſe der zweyten Reihe 1|1, 2|1, 3|1 u. ſ., welche anfangs eben dieſelben waren wie bey der erſten Reihe, bey zunehmender Verminderung des einen Durchmeſſers nach und nach etwas enger werden, und endlich anfangs in den tiefern, nachher auch immer weiter in den hoͤhern Toͤnen in die Verhaͤltniſſe der natuͤrlichen Zahlenfolge uͤbergehen. Bey dem Verhaͤltniſſe der Durchmeſſer 11 : 3 waren die beyden erſten Toͤne, bey dem Verhaͤltniſſe 14 : 3 die drey erſten, bey 17 : 3 die vier erſten, bey 20 : 3 die fuͤnf erſten Toͤne mit der Zahlenfolge uͤbereinſtimmend, die uͤbrigen aber weiter aus einander. Eigentlich koͤnnte man wohl annehmen, daß hier ſowohl, als auch bey Rectangelſcheiben, wo dieſe Reihe in die drehenden Schwingungen eines Stabes uͤbergeht, der kuͤrzere Durchmeſſer im Verhaͤltniß gegen den laͤngern unendlich klein ſeyn muͤßte, wenn alle Toͤne dieſer Reihe mit der natuͤrlichen Zahlenfolge genau uͤbereinſtimmen ſollten. Bey ſehr langen und ſchmalen Ellipſen, wie z. B. wo die Durchmeſſer ſich wie 17 : 3, oder 20 : 3 verhielten, oder auch noch mehr von einander verſchieden waren, ſo wie auch bisweilen an ſehr langen und ſchmalen Rectangelſtreifen, ſchienen die erſten Toͤne dieſer Reihe noch etwas naͤher beyſammen zu ſeyn, als die Verhaͤltniſſe der natuͤrlichen Zahlenfolge.

Der

Der erſte Ton dieſer Reihe, bey welchem ein Kreuz ſich zeigt, 1|1, nimmt allemal beynahe in eben demſelben Verhältniſſe an Höhe zu, in welchem der eine Durchmeſſer vermindert wird.

3. Daß bey den Schwingungsarten, wo bloß in die Länge gehende Knotenlinien, einen Kreis zu zwey Linien gerechnet, vorhanden ſind, oder 0|2, 0|3, 0|4 u. ſ. w., bey Verminderung des einen Durchmeſſers die Höhe der Töne um weit mehr als die Verminderung ſelbſt, jedoch weniger als die Quadrate derſelben zunimmt. Unter ſich haben dieſe Töne ungefähr eben die Verhältniſſe, wie die Töne der Schwingungsarten mit bloßen Querlinien, nur ſind ſie allemal weit höher. Wenn die beyden Durchmeſſer um etwas mehr als 5 : 4 und etwas weniger als 4 : 3 verſchieden ſind, werden die Töne der Reihe 0|2, 0|3, 0|4 u. ſ. w. um eine Oktave höher ſeyn, bey einer Verſchiedenheit der Durchmeſſer wie 2 : 1 um zwey Oktaven höher, bey einer Verſchiedenheit der Durchmeſſer, die um etwas weniges geringer als 3 : 1 iſt, um drey Oktaven höher, und wenn die Durchmeſſer um etwas mehr als 4 : 1 verſchieden ſind, um 4 Oktaven höher ſeyn, als die Töne der Reihe 2|0, 3|0, 4|0 u. ſ. w.

4. Daß die Töne aller Schwingungsarten, bey welchen Knotenlinien in die Länge gehen, bey den Verhältniſſen der Durchmeſſer 5 : 3, 8 : 3, 11 : 3 u. ſ. w. mit höhern Tönen der Reihe, wo eine Knotenlinie in die Länge geht, zuſammentreffen, und zwar ſo, daß bey jedem Gliede dieſer Progreſſion dieſes Zuſammentreffen um eine Stufe weiter anfängt.

5. Merkwürdig iſt auch bey dem Verhältniſſe der Durchmeſſer 3 : 2 das Zuſammentreffen der

Töne

Töne bey den Schwingungsarten, wo ein länglicher Kreis vorhanden iſt, oder 0|2, 1|2, 2|2, 3|2 u. ſ. w. mit den Tönen der Schwingungsarten mit bloßen Querlinien, von der zweyten ſolcher Schwingungsarten an gerechnet, oder 3|0, 4|0, 5|0 u. ſ. w.

Die meiſten Klangfiguren einer gleichſeitig ſechseckigen Scheibe haben einige Aehnlichkeit mit den Figuren einer runden Scheibe; ſie beziehen ſich nämlich auch auf eine gewiſſe Zahl von durchgehenden, und von kreisförmigen Knotenlinien. Das Halten muß hier eben ſo, wie an andern Scheiben, ſo viel möglich an einer ſolchen Stelle geſchehen, wo ſich zwey oder mehrere Knotenlinien durchſchneiden, und bey den Schwingungsarten, wo keine ſolche Stelle vorhanden iſt, wird die Haltung mit den äußerſten Fingerſpitzen auf einer bloßen Linie geſchehen müſſen; dieſe Schwingungsarten werden ſich aber weit ſchwerer hervorbringen laſſen. In einigen Fällen wird es auch vortheilhaft ſeyn, auf einer Knotenlinie noch eine andere Stelle, als die gehaltene, mit einer Fingerſpitze zu berühren. Das Streichen geſchieht auch hier allemal an einer der Haltungsſtelle benachbarten ſchwingenden Stelle des Randes, am beſten an einer Stelle, wo eine Einbiegung der Knotenlinien iſt.

Bey den Schwingungsarten einer halbrunden Scheibe zeigen ſich die Knotenlinien ſo, daß ſie entweder als durchgehende Linien, (welche auf einen Halbmeſſer der Scheibe Beziehung haben, wenn ſie ſich auch etwas verzerrt zeigen), oder als Halbkreiſe anzuſehen ſind. Die meiſten Figuren, beſonders die, wo Halbkreiſe ſich zeigen, ſind ſo beſchaffen, daß, wenn man zwey gleiche Figuren an gleich großen Scheiben zuſammenſtellt, eine Figur erſcheint, die ſich

auch auf einer ganz runden Scheibe darſtellen läßt. Auch an Scheiben, deren Geſtalt ein Quadrant, oder ein Sextant, oder überhaupt ein Theil einer runden Scheibe iſt, zeigen ſich viele Figuren ſo, daß ſie einen Theil derjenigen ausmachen, die ſich auf einer runden Scheibe hervorbringen laſſen. Die Figuren haben meiſtens auch Beziehung auf Theile von Kreiſen, und auf Linien, die im Durchmeſſer oder im Halbmeſſer gehen.

Ueber den Klang der Glocken hatte Euler zuerſt Unterſuchungen angeſtellt (Th. IV. S. 257.). Er hatte behauptet, daß die Töne einer Glocke ſich verhalten ſollen, wie 1, $\sqrt{6}$, $\sqrt{20}$, $\sqrt{50}$, $\sqrt{196}$ u. ſ. Golovin [h]) hat Eulers Bemerkungen über die Töne eines Ringes auf Harmonika-Glocken angewandt, und darzuthun geſucht, daß wenn der Grundton einer Glocke, wo ſie ſich in 4 ſchwingende Theile eintheilt, = 1 ſey, die übrigen Töne mit den Quadraten von 2, 3, 4, 5, u. ſ. w. übereinkommen ſollen. Allein alle dieſe Beſtimmungen ſind der Erfahrung zuwider, und Herr Chladni hat gezeigt, daß die Vorausſetzungen, worauf ſie ſich gründen, der Natur nicht gemäß ſeyen. Er hat zuerſt dargethan, daß die Schwingungen einer Glocke oder eines runden Gefäßes ganz ſo beſchaffen ſind, wie die Schwingungen einer runden Scheibe, bey welchen ſich ſternförmige Figuren zeigen. Es kann ſich nämlich eine Glocke in 4, 6, 8, oder nachdem ſie groß und dünn genug iſt, überhaupt in eine gerade Zahl von ſchwingenden Theilen eintheilen, welche durch Knotenlinien von einander getrennt ſind, die ſich alle oben, wo der Stiel oder der Hals der Glocke iſt, durchſchnei-

h) Act. Acad. Petrop. pro anno 1781. P. II.

ſchneiden. Bey dem Anſchlagen einer Glocke hört man vorzüglich den tiefſten Ton, deſſen ſie fähig iſt, aber außerdem auch bey gehöriger Aufmerkſamkeit gewöhnlich noch ein Gemiſch von höhern, meiſtens ſehr unharmoniſchen Tönen; man kann aber jeden Ton, der an einer Glocke ſtatt findet, einzeln hervorbringen, wenn man eine oder mehrere Stellen, auf welche bey der verlangten Bewegungsart eine Knotenlinie fallen muß, mit den Fingern oder auf eine andere Art hält oder dämpft, und in der Mitte eines ſchwingenden Theils mit dem Violinbogen in der Richtung des Durchmeſſers ſtreicht. Um die Beſchaffenheit der Schwingungsart ſichtbar zu machen, iſt das Aufſtreuen des Sandes unbrauchbar, weil die Fläche nicht gerade, ſondern gekrümmt iſt, daher hat Chladni zu dieſer Abſicht Waſſer gewählt, welches, nachdem man die erſte oder zweyte, oder irgend eine andere Schwingungsart hervorbringt, von vier, von ſechs, oder mehreren ſchwingenden Theilen nach innen geſtoßen wird. Dieſe Erſchütterung der Oberfläche des Waſſers zeigt ſich auch nach außen, wenn die Glokke in einem geräumigern Gefäße unterwärts in Waſſer eingetaucht iſt. Wenn man auf die Oberfläche des Waſſers etwas Hexenmehl ſtreut, ſo läßt ſich dadurch die Wirkung der Schwingungen auf eine bleibendere Art ſichtbar machen, und es entſteht eine Figur, welche auf die Zahl der Theile, in welche ſich die Glokke eintheilt, Beziehung hat.

Die einfachſte Schwingungsart, welche den tiefſten Ton giebt, läßt ſich am beſten ohne Beymiſchung anderer hervorbringen, wenn man die Glocke oder das Gefäß an zwey gegen einander über befindlichen Stellen mit den Spitzen der Finger hält, und an einer

Stel-

Stelle, die von den gehaltenen Stellen um 45 oder 135 Grad entfernt iſt, in der Richtung des Durchmeſſers mit dem Violinbogen ſtreicht. Wenn nun die Glocke zum Theil mit Waſſer angefüllt iſt, ſo zeigt ſich die Erſchütterung des Waſſers durch 4 ſchwingende Quadranten auf der Oberfläche deſſelben.

Eine Harmonika-Glocke, die ſich um ihre Axe dreht, und durch Anhalten eines naſſen Fingers in eine ſchwingende Bewegung verſetzt wird, oder auch ein anderes rundes gläſernes Gefäß, das auf dieſe Art nicht weit vom Rande in der Richtung ſeines Umkreiſes getrieben wird, theilt ſich ebenfalls in 4 ſchwingende Theile ein, welche aber jeden Augenblick ihre Stelle verändern, und ſich um den ganzen Umfang der Glocke fortſchieben. Die Schwingungsart und der Ton ſind alſo eben dieſelben, als wenn die Glocke geſchlagen, oder mit dem Violinbogen geſtrichen würde; aber in Anſehung der Stelle, wo die Bewegung hervorgebracht wird, zeigt ſich ein Unterſchied. Bey der vorher erwähnten Art, den Klang hervorzubringen, iſt da, wo das Streichen mit dem Violinbogen oder das Anſchlagen geſchieht, ungefähr die Mitte eines ſchwingenden Theils, und die feſten Linien ſind ungefähr 45 Grad davon entfernt; aber bey dieſer Art der Reibung in der Richtung der Peripherie iſt da, wo der Finger oder überhaupt die reibende Materie angehalten wird, eine feſte Linie.

Außer dieſer Schwingungsart ſind an Glocken oder runden Gefäßen noch mehrere möglich. Bey der zweyten Schwingungsart, wo der Ton gewöhnlich ungefähr um eine Oktave und einen ganzen Ton höher iſt, als bey der erſten, theilt ſich die Glocke in 6 ſchwingende Theile, eben ſo wie eine runde

Schei-

Scheibe bey ihrer zweyten Schwingungsart. Zu Hervorbringung dieſes Klanges ſtreicht man die Glocke mit einem Violinbogen in der Richtung ihres Durchmeſſers an einer Stelle, die ungefähr 90 Grad von einer durch Haltung oder Berührung beſtimmten feſten Linie entfernt iſt; man kann auch zwey Stellen, die etwa 60 Grad von einander entfernt ſind, zugleich berühren. So kann ſich auch eine Glocke oder ein dergleichen Gefäß in 10, 12 oder in mehrere ſchwingende Theile eintheilen. Die Folge der möglichen Töne bey dieſen Schwingungsarten verhält ſich gewöhnlich, wie die Quadrate der Zahlen 2, 3, 4, 5 u. ſ. w.

Was die Geſchwindigkeit des Schalls betrifft, ſo hat die Theorie dieſelbe allemal kleiner angegeben, als die Erfahrung. Außer Eulern haben ſich mit der Theorie vorzüglich la Grange und Giordano Riccati beſchäftigt. Da aber ihre Reſultate um ein Beträchtliches von der Erfahrung abwichen, ſo machte Herr Wünſch [i]) den Verſuch, eine neue Theorie des Schalles aufzuſtellen. Er nimmt hiebey die Vorausſetzung an, daß die Luft eine eigene Geſchwindigkeit beſitze, mit welcher ſie ausweicht, wenn man ihr Platz verſtattet, und zeigt nach einer ganz eigenen Vorſtellungsart von der Fortpflanzung des Schalls, daß eben dieſes auch die Geſchwindigkeit des Schalls ſeyn müſſe. Bey einer jeden Luftſäule ſtellt er ſich einen Schwerpunkt vor, und verſteht darunter denjenigen Ort der Säule, welcher eben ſo viel Luft über ſich als unter ſich hat (wo z. B. das Barometer auf 14 Zoll ſteht, wenn es ſich an der Erdfläche 28 Zoll hoch hält). Nach ſeiner Meynung dringt

i) Initia novae doctrinae de natura ſoni. Lipſ. 1776. 4.

dringt nun jede Luftſäule in leere Räume mit derjenigen Geſchwindigkeit, welche der Höhe ihres Schwerpunkts zugehört. Die Höhe des Schwerpunkts der Luftſäulen über der Erdfläche beſtimmt Herr Wünſch durch die Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen, und findet ſie, wenn man das Verhältniß der Gewichte der Luft und des Queckſilbers = 1 : 11900 ſetzt (für die Barometerhöhe 28 Pariſ. Zoll), = 17750 Pariſ. Fuß. In dieſer Höhe ſteht alsdann nach Herrn Wünſch das Barometer auf 14 Zoll, und ihr gehört die Geſchwindigkeit von 1037 Pariſer Fuß in einer Sekunde zu. Dieſe ſo genaue Uebereinſtimmung mit den genaueſten Verſuchen über die Fortpflanzung des Schalls hält Herr Wünſch für einen Beweiß der Richtigkeit ſeiner Theorie. — Allein ſo ſehr auch dieſes Reſultat mit dem der Verſuche zuſammentrifft, ſo ſind doch die Gründe, worauf dieſe Theorie beruht, bloß willkührliche und ſehr unwahrſcheinliche Vorausſetzungen, ſo daß dieß Zuſammentreffen mit der Erfahrung wohl nur als bloßer Zufall angeſehen werden kann. Es iſt dem Weſen der flüſſigen Materie gar nicht angemeſſen, ſich bey Bewegungen derſelben Schwerpunkte vorzuſtellen, weil ſich hier jeder Theil für ſich bewegt; und eben darin liegt die Schwierigkeit, daß die Theorie der Fortpflanzung des Schalls ſo ſchwer und dunkel iſt.

Herr Kramp [k]) hat eine Tabelle über die Veränderungen der Geſchwindigkeit des Schalls bey verſchiedenen Graden der Temperatur von 30 Grad Reaum. bis zu — 10 Grad gegeben. Er ſetzt voraus, daß (nach den Beobachtungen von de Lüc) die

k) Geſchichte der Aeroſtatik. Straßburg 1786.

die der Temperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad Reaum. zugehörige Höhe 4342,704 Toiſen beträgt, und daß, wenn r Reaumür. Grade bedeutet, die Veränderung der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft dem Bruche $1 + \frac{r}{210}$ proportional iſt. Er findet alſo die Geſchwindigkeit des Schalls bey 30° Reaum. = 151,60 Toiſen, oder 909,60 Pariſer Fuß, und bey — 10 Grad 138,39 Toiſen, oder 830,34 Fuß.

Die neueſten Verſuche über die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls ſind die von Käſtner, Mayer und Müller in Göttingen. Hiebey hat man ſich mit vielem Vortheile der Tertienuhren bedient. Bey dieſen iſt ein Drücker angebracht, womit man in jedem Augenblicke das ſtillſtehende Uhrwerk loslaſſen, und das gehende hemmen kann, um die Zahl der Tertien in einer gewiſſen Zwiſchenzeit mit Ruhe bemerken zu können. Mittelſt einer ſolchen Uhr von Klindworth in Göttingen bemerkten im Jahr 1778 Käſtner und Mayer auf der daſigen Sternwarte die Geſchwindigkeit des Schalls aus einer Entfernung, deren Größe aus einer gemeſſenen Standlinie beſtimmt war. Dazumal gieng gerade ein ſtarker Wind aus Norden, welcher dem Schalle entgegenwehte. Zu eben dieſer Abſicht gebrauchte der Major Müller zu Göttingen 1791 eine von Herrn Ahrens in Hannover verfertigte Tertienuhr. Er hatte auf dem Felde bey Göttingen verſchiedene Linien theils mit 16füßigen Stäben, theils mit der Kette ſorgfältig gemeſſen. Aus beyden Meſſungen, welche nicht ſehr von einander abwichen, kam für eine das Mittel = 9116 Calenberger Fuß = 8223,3 Pariſ. Fuß. Am 9. Septemb. Abends

bey

bey ganz heiterm Himmel und kaum merklichem Oſtwinde, welcher die Linie ungefähr ſenkrecht durchſchnitt, ließ er an dem einen Ende dieſer Linie ſtarke Kanonenſchläge legen, und an dem andern beobachtete er Bliz und Knall. Die Zwiſchenzeit ward an der Uhr 7 Sekunden 54 Tertien gefunden; die übrigen Beobachtungen kamen dieſer ſehr nahe, keine wich über 6 Tertien ab; ein Mittel aus allen gab 7 Sekunden 54,25 Tertien l). Die Geſchwindigkeit betrug alſo in einer Sekunde 1040,3 Par. Fuß, ſo wie Käſtner und Mayer dieſelbe 1037 Fuß gefunden hatten. Hierdurch war alſo erwieſen, daß die Veränderung der Atmoſphäre in Anſehung der Witterung keinen großen Einfluß auf die Fortpflanzung des Schalls habe. Nur ſolche Umſtände, durch welche die ſpecifiſche Elaſticität der Luft geändert wird, ſcheinen auch die Geſchwindigkeit des Schalls zu verändern.

Die Stärke, mit welcher ſich der Schall in verſchiedenen Gasarten verbreitet, ſoll nach Prieſtley m) bloß von der Dichtigkeit, und nicht von einem chemiſchen Beſtandtheile derſelben abhangen. Zu ſeinen Verſuchen hat er ſich einer Klingel mit einem Hammer bedient, welche unter eine mit der zu unterſuchenden Gasart angefüllte Glocke geſtellt war, und hat beobachtet, in welcher Entfernung der Schall noch konnte bemerkt werden. In Waſſerſtoffgas fand er den Schall faſt ſo wenig hörbar, als im luftleeren

l) Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus d. Phyſ. und Naturg. B. VIII. St. 1. S. 170.

m) Obſervat. et experim. ſur différentes branches de la phyſique. T. III. p. 355.

ren Raum; in kohlenſaurem Gas heller, als in atmoſphäriſcher Luft, ſo daß er faſt um die Hälfte weiter zu hören war; in Sauerſtoffgas ebenfalls lauter, als in gemeiner Luft, und zwar, wie er glaubt, mehr, als man in Anſehung der Dichtigkeit erwarten ſollte. Die Verſuche, welche Perolle faſt auf eben dieſelbe Art vermittelſt einer Glocke, die in einem mit der Gasart angefüllten gläſernen Recipienten durch ein Uhrwerk angeſchlagen ward, anſtellte, gaben etwas andere Reſultate [n]). In kohlenſaurem Gas war der Schall ein wenig tiefer und dumpfer, als in gemeiner Luft, und weniger weit zu hören. In Sauerſtoffgas, wie auch in Salpetergas, war der Schall etwas deutlicher, als in atmoſphäriſcher Luft, und weiter zu hören; in Waſſerſtoffgas ſehr undeutlich, ſo daß es mehr ein ſchwaches dumpfes Geräuſch war, als ein beſtimmter Klang, faſt wie ein ſchwacher Schlag auf einen wenig elaſtiſchen Körper, er war auch nicht weit zu hören. Perolle beſtimmt die Fähigkeit der verſchiedenen Gasarten, den Schall zu verbreiten, ſo, daß, wenn die Leitungsfähigkeit der gemeinen Luft = 1 angenommen wird, die des Sauerſtoffgas = 1,135, des Salpetergas = 1,23, des kohlenſauren Gas = 0,82 und des Waſſerſtoffgas = 0,234 iſt.

Ferner hat auch Herr Chladni [o]) Verſuche dieſer Art angeſtellt. Es ward eine offene zinnerne Orgelpfeife, an welcher die Länge der ſchwingenden Luftſäule von der Ritze an, wo die eingeblaſene Luft ausgeht, bis zu dem Ende etwa 6 Zoll betrug, an dem obern Ende

n) Mém. de l'Acad. de Toulouſe. 1781. und Mémoir. de l'Acad. de Turin. 1786–1787.

o) Voigt's Magazin für den neueſt. Zuſt. der Naturk. B. I. St. 3.

Ende in dem Halſe einer gläſernen Glocke, die mit einem Hahne wohl verſchloſſen werden konnte, befeſtigt. Bey dem Untertauchen der gläſernen Glocke unter das Waſſer ward alſo zur Vermeidung aller Beymiſchung der atmoſphäriſchen Luft zugleich auch die Pfeife mit Waſſer angefüllt. An den Hals der Glocke ward eine Blaſe eingeſchraubt, die ebenfalls mit einem Hahn verſehen war, und vorher, ſo viel als möglich, zuſammengedrückt und ausgeſogen ward. Hierauf ward ſowohl die Glocke, als auch die an den Hals derſelben geſchraubte Blaſe mit dem zu unterſuchenden Gas ſo weit angefüllt, daß das Waſſer, womit die Glocke geſperrt war, innerhalb und außerhalb der Glocke gleiche Höhe hatte, ſo daß der Druck, welchen das Gas erhielt, dem Drucke der Atmoſphäre gleich war. Das Anblaſen der Pfeife geſchah durch Drücken der Blaſe, es war aber hierbey alle Behutſamkeit nöthig, um zu verhindern, daß nicht etwa anſtatt des tiefſten Tons einer der in der natürlichen Zahlenfolge enthaltenen höhern Töne zum Vorſchein kam: es war alſo ein ſchwacher und gleichförmiger Druck der Blaſe erforderlich, welcher aber, ſo oft man wollte, ſich wiederhohlen ließ, weil bey einem Nachlaſſen des Drückens das überflüſſige Gas wieder in die Blaſe zurückgieng. Das Verfahren war bey der einen Gasart, wie bey der andern; auch die Temperatur war bey allen Verſuchen ungefähr eben dieſelbe, nämlich ſo, wie ſie an etwas kühlen Frühlingstagen, wo man es allenfalls ohne künſtliche Wärme aushalten kann, zu ſeyn pflegt. Zu genauerer Beurtheilung der Töne hatte Chladni zwey Saiten mit dem Tone, welchen gemeine Luft gab, in Einklang geſtimmt.

Zuförderſt ward, um zu ſehen, ob die Geſchwindigkeit der Schwingungen bey einer ſolchen elaſtiſchen

Flüſſigkeit durch die Einſchließung derſelben in die Glocke vielleicht etwas verändert würde, die Glocke ſowohl als die Blaſe mit gemeiner Luft angefüllt, wobey aber der Ton eben derſelbe war, als wenn die Pfeife in freyer Luft angeblaſen ward, nur aber weit ſchwächer, welches man auch nicht anders erwarten konnte, weil die Schwingungen der in der Glocke eingeſchloſſenen Luft nur durch die Wände der Glocke und durch das Waſſer weiter verbreitet, und der übrigen atmoſphäriſchen Luft mitgetheilt werden konnten. Ohngeachtet aus dieſem Grunde der Klang auch bey den übrigen Verſuchen etwas ſchwach war, ſo konnte man ihn doch vollkommen deutlich hören.

In Sauerſtoffgas aus Braunſtein war der Klang über einen halben Ton oder beynahe einen ganzen Ton tiefer, als in gemeiner Luft. Das Stickgas ſchwingt, ohngeachtet ſeiner geringern ſpecifiſchen Schwere, langſamer, als die atmoſphäriſche Luft. Eine merkwürdige Erſcheinung zeigte ſich auch bey einer Miſchung von Stickgas und Sauerſtoffgas. Dieſe ſchwingt nämlich ſchneller, als jede dieſer beyden Gasarten für ſich, und zwar ſo, daß ſie eben den Ton giebt, wie die atmoſphäriſche Luft, welche etwa 0,73 Stickgas und 0,27 Sauerſtoffgas enthält.

Waſſerſtoffgas gab weit höhere Töne, als die atmoſphäriſche Luft; bey dem aus Eiſen und Schwefelſäure betrug der Unterſchied etwas über eine Oktave, bey dem aus Zink und Kochſalzſäure beynahe eine Oktave und einen ganzen Ton, bey dem aus Waſſerdämpfen, die durch eine glühende eiſerne Röhre geleitet wurden, etwas über eine Oktave und eine kleine Terz. Der Ton des kohlenſauren Gas aus Kreide und Schwefelſäure war faſt um eine große Terz tiefer, als

als der Ton der atmoſphäriſchen Luft. Salpetergas aus Salpeterſäure und Kupfer war nicht ſehr zum Klingen geneigt; es war auch etwas Stärke des Drucks der Blaſe und viele Behutſamkeit nöthig, weil ſonſt anſtatt des verlangten tiefſten Tons leicht einer der höhern zum Vorſchein kam. Wenn alſo der Ton, welchen in einer Pfeife von einer gewiſſen Länge die atmoſphäriſche Luft giebt, das 2 geſtrichene c iſt, ſo wird nach dieſen Beobachtungen geben: Sauerſtoffgas zwiſchen 1 geſtrichen b und h; Stickgas 1 geſtrichen h; eine Miſchung von Stickgas und Sauerſtoffgas eben ſo, wie die atmoſphäriſche Luft, 2 geſtrichen c; Waſſerſtoffgas, je nachdem es leichter iſt, zwiſchen 3 geſtrichen c und e; kohlenſaures Gas ungefähr 1 geſtrichen gis; Salpetergas 1 geſtrichen h. Was demnach die Geſchwindigkeit betrifft, mit welcher der Schall eines andern ſchwingenden Körpers durch dieſe Gasarten würde verbreitet werden, ſo würden ſie ſich allem Anſehen nach wie die hier angegebenen Töne verhalten; es würde alſo, bey einerley Druck und bey einer von 10 bis 11 Reaumür. Grade nicht allzuſehr verſchiedenen Temperatur, der Schall in einer Sekunde durch folgende Weiten gehen:

In atmoſphäriſcher Luft, wie auch in einer ähnlichen künſtlichen Miſchung von Sauerſtoffgas und Stickgas ungefähr durch	1038 Par. Fuß
In Sauerſtoffgas ungefähr durch	950 bis 960 Fuß
In Stickgas - -	990 Fuß
In Waſſerſtoffgas - -	2100 bis 2500 Fuß
In kohlenſaurem Gas -	840 Fuß
In Salpetergas - -	980 Fuß.

Hievon würden die nach der gewöhnlichen Theorie zu findenden Geſchwindigkeiten um ein Beträchtli-

ches abweichen. Daher glaubt Herr Chladni, daß die Geſchwindigkeit der Schwingungen einer elaſtiſchen Flüſſigkeit nicht von der ſpecifiſchen Elaſticität allein, ſondern noch außerdem von einer andern chemiſchen Eigenſchaft derſelben abhange, die wohl eine nähere Unterſuchung verdiene.

Dieſe Verſuche des Herrn Chladni wurden im Pariſer Bulletin des ſciences (Pluvioſe, an 6.) und im Journal de phyſique (Meſſidor 1. an 6.) etwas unvollkommen und zum Theil unrichtig angeführt. Dadurch ward Herr Perolle veranlaßt, in einem Schreiben an de la Metherie (im 5ten Theile des Journal de phyſ. p. 455.) ſeinen Behauptungen zu widerſprechen, wobey er ſich auf die von ihm angeſtellten und vorhin erwähnten Verſuche beruft. Allein Herr von Arnim p) hat dieſen nur auf einem bloßen Mißverſtande beruhenden Widerſpruch berichtigt. Die Verſuche des Herrn Chladni dienen nämlich bloß dazu, um die Geſchwindigkeit der Schwingungen einer Gasart zu erforſchen; die Verſuche von Perolle aber betreffen die Stärke, mit welcher die Schwingungen eines andern elaſtiſchen Körpers durch die Gasarten fortgeleitet werden.

Ueber die Fortpflanzung des Schalls durch feſte und flüſſige Körper waren bisher noch wenig Unterſuchungen angeſtellt worden. Herr Wünſch q) glaubte, daß ſich der Schall durch feſte Körper augenblicklich fortpflanze; er fügte nämlich 36 Dachlatten, jede

p) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. III. St. 2. S. 193. f.

q) Sammlung deutſch. Abhandl., welche in der königl. Akad. der Wiſſenſchaft. vorgeleſen worden in den Jahren 1788 und 1789. Berlin 1793. 4.

de zu 24 Fuß Länge, mit Zapfen an einander, und hieng dieſe Verbindung horizontal auf, ſo daß ihre beyden Theile Schenkel eines rechtwinklichten Dreyecks bildeten, deſſen Hypothenuſe 620 Fuß lang war. Das Ohr am Ende der Latten hörte den Schlag des Hammers auf das andere Ende durch die Latten in demſelben Augenblicke, durch die Diagonale in der Luft aber $\frac{1}{2}$ Sekunde ſpäter. Der Schall geht daher durch an einander liegende elaſtiſche Körper um ein beträchtliches ſchneller, als durch die Luft. Ob aber daraus geſchloſſen werden könne, daß der Schall durch ſolche Körper eben ſo ſchnell, wie das Licht, ſich fortpflanze, das läßt ſich bey einer ſo geringen Entfernung nicht ausmachen.

Ueber die Stärke des Schalls in verſchiedenen tropfbaren flüſſigen Materien hat Perolle zuerſt Verſuche angeſtellt [r]). Er hieng eine Taſchenuhr, an welcher die Fugen mit Wachs verklebt waren, an einen Faden in einem Gefäße auf, das mit der zu unterſuchenden Flüſſigkeit angefüllt war, und bemerkte, bis zu welcher Entfernung der Schall noch hörbar war; dieſe Entfernung war in der Luft 8 Fuß, in Waſſer 20, in Olivenöl 16, in Terpentinöl 14, in Weingeiſt 12 Fuß. Bey Wiederhohlung dieſer Verſuche waren die Reſultate nicht immer eben dieſelben. Hierdurch wurde Perolle überzeugt, daß durch den Schall alle dieſe Flüſſigkeiten ſtärker, als die Luft, erſchüttert werden, welche Erſchütterung auch ſowohl an dem Gefäße, als an dem hölzernen Tiſchchen, auf dem es ſtand, ſehr merklich war, wobey aber

r) Mémoir. de l'Academ. de Turin 1790-1791. und Gilbert's Annalen der Phyſ. B. III. St. 2. S. 172.

aber die Oberfläche des Waſſers ruhig blieb. In jeder dieſer Flüſſigkeiten erhielt der Schall eine andere Modifikation.

Ueber die Stärke, mit welcher der Schall durch verſchiedene feſte Körper fortgeleitet wird, hat Perolle [s]) viele Verſuche angeſtellt. Er fand z. B., daß der Schlag einer Taſchenuhr, der bey verſtopften Ohren kaum 2 Linien weit gehört werden konnte, in einer ziemlichen Entfernung noch zu hören war, wenn das eine Ende eines feſten Körpers an die Uhr, und das andere an ſolche feſte Theile des Kopfs geſtemmt ward, die den Schall am beſten bis zum Gehörorgan leiten konnten, ſo daß alle von ihm unterſuchten Körper den Schall ſtärker, als die Luft, annahmen und mittheilten. Die hölzernen Stäbe folgten in dieſer Ordnung: Tannen, Campeſche, Buchsbaum, Eiche, Kirſchbaum, Kaſtanie. Metallene Stäbe leiteten etwas ſchwächer, und in folgender Ordnung: Eiſen, Kupfer, Silber, Gold, Zinn, Bley. Sodann folgten Fäden oder Schnüre von Darm, Haaren, Seide, Hanf, Leinen, Wolle, Baumwolle. Auch hat er Zink, Antimonium, Glas, Salz, Gyps, getrockneten Thon und Marmor unterſucht; letzterer leitete unter allen von ihm unterſuchten feſten Materien am ſchlechteſten.

Herr von Arnim [t]) unternahm es, Geſetze für die Stärke der Schallfortpflanzung durch feſte und flüſſige Körper zu beſtimmen. Er glaubte bewieſen zu haben,

s) Ibid. 1791–1792. Voigt's Magazin für Phyſ. und Naturg. B. X. St. 2. S. 39. Gilbert's Annalen der Phyſ. B. III. St. 2. S. 168.

t) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. IV. S. 112. f.

haben, daß Elaſticität und elaſtiſche Schwingung nur durch Cohärenz möglich ſey, und daraus folgerte er, daß auch die Stärke der Schallfortpflanzung durch verſchiedenartige Körper mit ihrer Cohärenz in Verhältniß ſtehen müſſe. Dieſer Satz ließ ſich am beſten an den ſo homogenen Stoffen, wie die Metalle ſind, prüfen:

	Folge nach der Cohärenz.	Folge nach der Stärke der Schallfortpflanzung nach Perolle.
Sickingen	Eiſen	Eiſen
— —	Kupfer	Kupfer
— —	Silber	Silber
— —	Gold	Gold
Muſſchenbroek	Zinn	Zinn
— —	Bley	Bley.

Hiernach ſtimme alſo die Erfahrung mit der Theorie vollkommen überein; ein Erfolg, der nicht wenig Zutrauen zur weitern Ausdehnung derſelben einflößen müſſe. Zwar könne jenes Geſetz eigentlich auf Holzarten nicht ausgedehnt werden, da ſie keine homogene Stoffe wären; doch finde man auch eine Beſtätigung an dem Fichten- und Tannenholze, welches in ſeiner ganzen Struktur ſehr mit einander übereinſtimme. Jenes wurde nach Muſſchenbroek's Verſuchen durch 550 Pfund, dieſes erſt durch 600 Pfund getrennt.

Eben ſo ſchön ſtimme die Folge der Schnüre verſchiedener Art mit dieſem Geſetze überein. Zwar hätten wir keine genaue vergleichende Verſuche in Rückſicht ihrer Cohärenz, aber die tägliche Erfahrung habe uns darüber hinlänglich belehrt, und er glaube nicht, daß dieſe, außer bey der Wolle und Baumwolle, die ihre Stellen vertauſchen müßten, etwas dagegen zu erinnern hätte.

So

So verſchieden die Schallfortpflanzung durch flüſſige und feſte Körper ſey, da dieſe in eine elaſtiſche Schwingung verſetzt würden, jene hingegen eine Bewegung empfiengen und fortpflanzten, eben ſo verſchieden werde auch das Geſetz für die Stärke des Schalls in den feſten Körpern ſeyn. Da die Größe der Bewegungen im Allgemeinen, und ſo auch hier der Bewegung der Flüſſigkeit, dem Produkte aus der Maſſe und der Geſchwindigkeit gleich ſey; ſo würden auch die Größen der Bewegung verſchiedener Flüſſigkeiten, welche durch gleiche Urſachen in Bewegung geſetzt würden, ſich wie die Produkte verhalten. Sobald aber dieſe Flüſſigkeiten nicht ſelbſt auf eine wahrnehmbare Art mit der Geſchwindigkeit des Schlags den Ton deſſelben veränderten, ſo würden die Geſchwindigkeiten in beyden Produkten, wo die Uhr von gleichen Kräften bewegt werde, gleich ſeyn; die Größen der Bewegungen würden ſich daher verhalten, wie die Maſſen. Da ferner die Oberflächen der Uhr, alſo die Volumina der Flüſſigkeiten, gleich ſind, ſo würden ſich die Größen der Bewegung verſchiedener Flüſſigkeiten unter den angegebenen Umſtänden, wie die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeiten verhalten.

Hier fänden wir wiederum die ſchönſte Uebereinſtimmung mit der Erfahrung, aus der ſchon Prieſtley für luftförmige Flüſſigkeiten denſelben Schluß gezogen hätte. Auch Perolle's Verſuche beſtätigten es, doch mit Ausnahme des kohlenſauren Gas. Auf die Vergleichung der Stärke des Schalls in luftförmigen und tropfbar-flüſſigen Körpern laſſe ſich jenes Geſetz nicht unmittelbar anwenden, da aus Perolle's Verſuchen, nach welchen ſie nicht bloß die Stärke des Tons, ſondern auch ſelbſt den Ton ver-

wan-

wandeln, hervorgehe, daß ſie die Geſchwindigkeit der Uhr veränderten, und zwar beträchtlich verzögerten. Am wenigſten würden uns aber Perolle's Verſuche zu dieſer Vergleichung genügen, da dort nicht die ganze Entfernung des Beobachters von der Uhr, ſondern nur der Zwiſchenraum zwiſchen der Uhr und dem Glaſe, worin ſie lag, in Betrachtung gezogen werde. Ungeachtet dieſer beyden entgegenwirkenden Urſachen ſey doch der Ton in der Luft bey einer Entfernung von 8 Fuß verſchwunden; hingegen im Waſſer erſt bey einer Entfernung von 20 Fuß. Die Folge der tropfbar-flüſſigen Körper ſtimme wiederum ſehr gut mit dem Geſetze überein:

Folge nach Perolle's Verſuchen.	Specif. Gewicht nach Muſſchenbroek.
Waſſer	1,000
Oel	0,913
Terpentinöl	0,792
Weingeiſt	0,791

Zuletzt führt von Arnim noch ein Paar Erfahrungen von Zanotti und von ſich an. Jener fand, ganz jenem Geſetze gemäß, daß der Ton in einem offenen Gefäße, deſſen Luft erwärmt war, wo alſo ohne die abſolute Expanſion zu ändern das ſpecifiſche Gewicht vermindert wurde, viel ſchwächer war. Zur Prüfung des Geſetzes für feſte Körper machte er den Verſuch, nachdem er beyde Ohren verſtopft, und die Verbindung mit einer Taſchenuhr durch einen dünnen Meſſingdrath gemacht hatte, dieſen durch ein untergeſetztes Licht bis zum Glühen zu erhitzen. Der Ton wurde dadurch ſehr geſchwächt, und er konnte die einzelnen Anſchläge der Spindellappen kaum mehr unterſcheiden, bis endlich der Drath riß. Dieſen Verſuch hatte er einige mal wiederhohlt, und er beſtätigte

te ebenfalls das vorhergehende von ihm angeführte Geſetz.

Herr Chladni [u]) hat zuerſt eine Theorie der Geſchwindigkeit des Schalls durch feſte Körper entworfen. Ob die Richtung, in welcher die einem feſten Körper mitgetheilten Schwingungen geſchehen, longitudinal oder transverſal iſt, kann, nach Chladni, ſowohl von der Geſtalt des mitklingenden Körpers, als auch von der Richtung, nach welcher er von dem ſchallenden Körper geſtoßen wird, abhängen. Hat der Körper, dem die Schwingungen mitgetheilt werden, eine ſtabförmige Geſtalt, ſo wird er in beyderley Richtungen mit gleicher Leichtigkeit ſchwingen; iſt er aber eine dünne Fläche, wie z. B. ein Reſonanzboden, ſo wird er geneigter ſeyn, transverſal zu ſchwingen. Uebrigens möchten wohl in den meiſten Fällen durch die bey etwas ſtarken Transverſalſchwingungen ſeitwärts geſchehende Drehung der ſchwingenden Theile auch Longitudinalſchwingungen, d. i. Zuſammenziehungen und Ausdehnungen nach der Richtung der Länge, erregt werden können. Wird ein Körper, der in beyden Richtungen zu ſchwingen im Stande iſt, von dem ſchallenden Körper nach der Richtung der Länge geſtoßen, ſo werden eher Longitudinalſchwingungen, durch Stöße in die Quere aber eher Transverſalſchwingungen hervorgebracht werden. Auf die Beſchaffenheit der Schwingungen des ſchallenden Körpers ſelbſt, ob dieſe nämlich in die Länge oder in die Quere geſchehen, kann hier nichts ankommen.

Die Geſchwindigkeit, mit welcher der Schall durch feſte Körper verbreitet wird, möchte ſich, in ſo fern

u) Voigt's Magazin für den neueſt. Zuſt. der Naturk. B. I. St. 1.

fern es Longitudinalſchwingungen ſind, nach Chladni am beſten ſo beſtimmen laſſen. Da der Schall durch eine Strecke freyer Luft in eben der Zeit fortgeht, in welcher dieſe Luftſtrecke als ſelbſtklingender Körper (in einer an beyden Seiten offenen Pfeife) eine Longitudinalſchwingung macht; da auch feſte Körper in Anſehung ihrer Longitudinalſchwingungen ſich nach eben den Geſetzen richten, wie die Luft; ſo kann man füglich annehmen, daß in jeder feſten ſowohl als ausdehnbar flüſſigen Materie der Schall in eben der Zeit ſich verbreitet, in welcher ſie, als ſelbſtklingender Körper betrachtet, eine Longitudinalſchwingung macht. Jeder feſte Körper wird alſo nach dieſen Vorausſetzungen den Schall um eben ſo viel geſchwinder fortleiten, als der Ton, welchen er bey ſeinen Longitudinalſchwingungen giebt, bey gleicher Länge dieſes Körpers höher iſt. Die Geſchwindigkeiten werden alſo, ſowohl unter ſich, als gegen die Luft betrachtet, ungefähr in den Verhältniſſen ſtehen, wie die oben angeführten Töne bey den Longitudinalſchwingungen. Nun iſt der Ton eines Stabes von Zinn ungefähr um zwey Oktaven und eine große Septime höher, als der Ton einer eben ſo langen Luftſtrecke in einer offenen Pfeife; der Ton eines Stabes von Silber iſt um drey Oktaven und einen ganzen Ton; eines Stabes von Kupfer beynahe um drey Oktaven und eine Quinte; von Eiſen und Glas, welche unter allen von Chladni unterſuchten Materien nebſt dem Tannenholze am ſchnellſten ſchwingen, um vier Oktaven und einen halben Ton höher u. ſ. w. Wenn man alſo eine hinlänglich lange und gleichförmig zuſammenhängende Strecke von einer ſolchen Materie hätte, ſo würde die Geſchwindigkeit der Verbreitung durch Zinn $7\frac{1}{2}$, durch Silber 9, durch Kupfer beynahe 12, durch Eiſen und Glas

unge-

ungefähr 17, durch verſchiedene Hölzer ungefähr zwiſchen 11 und 17, durch gebrannten Thon 10 bis 12mal größer seyn, als die Geſchwindigkeit der Verbreitung des Schalls durch die Luft.

Echo und Sprachrohr.

Die meiſten Phyſiker haben das Echo nach den Geſetzen der zurückgeworfenen Strahlen des Schalls zu erklären geſucht; allein la Grange [x]) hat zuerſt eine richtigere Vorſtellungsart davon gegeben, und gezeigt, daß, wie ſchon d'Alembert in der Encyclopédie bemerkt hatte, eine der Katoptrik ähnliche Katakuſtik oder Kataphonik ein Unding ſey. Nachher hat Leonh. Euler [y]) die richtige Theorie des Echo vorgetragen. Es war nämlich aus der Erfahrung längſt bekannt, daß oft an ſolchen Orten kein Echo wahrgenommen wird, wo man es der Regel nach hätte erwarten ſollen; im Gegentheil da ein Echo gehört wird, wo man es gar nicht vermuthete. Da alſo in vielen Fällen ein Echo entſteht, wo eine hinreichend lange von der übrigen Luft nach den Seiten zu abgeſonderte Luftſtrecke ſich an keinen feſten Gegenſtand ſtemmt, ſondern bloß durch die freye Luft begrenzt iſt, ſo folgt, daß das Echo überhaupt nicht ſowohl durch Reflexionen, als vielmehr durch andere Urſachen bewirkt werde.

Alle Wiederhohlungen eines einfachen Schalls beruhen darauf, daß die Verdichtungen der Lufttheile, und

x) Recherches ſur la nature et la propagation du ſon, ſect. II. cap. 2. (in den Miſcellan. Taurinenſ. T. I. 1759.)

y) Mémoir. de l'Acad. de Berlin. 1765. und in der Abhandl. De motu aëris in tubis cap. II. in Nov. Comment. Acad. Petrop. T. XVI.

und die Geſchwindigkeiten, womit ein jeder ſich aus ſeiner natürlichen Lage durch einen ſehr kleinen Raum hin und wieder bewegt, durch irgend einen Umſtand verhindert werden, gleichförmig, wie bey der gewöhnlichen Verbreitung des Schalls, mit einander fortzurücken. Da eingeſchloſſene und freye Luft ſich in ihren Schwingungen nach einerley Geſetzen richten, ſo werden die Fälle, in welchen durch einen verſchiedenen Gang der Verdichtungen und der Geſchwindigkeiten eine oder mehrere Wiederhohlungen des Schalls veranlaßt werden, ſich am beſten überſehen laſſen, wenn man mit Euler'n unterſucht, wie eine Luftſtrecke, welche in einer Röhre enthalten iſt, oder überhaupt eine Luftſtrecke, die man auf irgend eine Art iſolirt oder von der übrigen Luftmaſſe abgeſondert ſich vorſtellt, unter verſchiedenen Umſtänden nach einem erhaltenen einfachen Stoße ſchwingen würde. Ob nun eine ſolche Röhre gerade oder gekrümmt, weit oder enge gedacht wird, iſt einerley. Iſt die Röhre nach beyden Seiten zu unendlich lang, ſo werden die Verdichtungen und Geſchwindigkeiten immer in gleichen Verhältniſſen fortrücken, es wird alſo in demſelben Augenblicke, da bey dem Rückgange der Bewegung die Geſchwindigkeit = o wird, auch die natürliche Dichtigkeit wieder hergeſtellt, und folglich kein Grund vorhanden ſeyn, warum mehrere Schwingungen erfolgen könnten; man wird alſo nur einen einfachen Schall hören, und zwar, wenn p den Abſtand des Ohrs von der Stelle, wo der Schall hervorgebracht wird, und k den Raum, durch welchen der Schall in Einer Sekunde geht, bedeutet, nach Verlauf von $\frac{p}{k}$ Sekunden. Dieß iſt der Fall bey der gewöhnlichen Verbreitung des Schalls, wo die

Luft nicht mehrere Schwingungen macht, als der Körper, welcher ſie in Bewegung ſetzt. Wenn aber die Röhre entweder nach einer Seite zu, oder nach beyden begrenzt iſt, ſo gehen die Verdichtungen und Geſchwindigkeiten der Lufttheile, welche in Bewegung geſetzt werden, in ungleichen Verhältniſſen fort, es wird alſo bey dem Rückgange die Verdichtung und Geſchwindigkeit nicht in demſelben Augenblicke $= 0$, ſondern die Bewegung muß weiter fort und mehreremal vor- und rückwärts gehen, ſo lange, bis dieſes erfolgt oder die Bewegung wegen anderer Hinderniſſe aufhören muß. Ein ſolches begrenztes Ende der Röhre kann aber entweder offen oder verſchloſſen ſeyn; wäre es offen, ſo behält an dieſer Stelle die Luft wegen ihres Zuſammenhangs mit der äußern Luft immer die natürliche Dichtigkeit, der Grad der Geſchwindigkeit ſey, welcher er wolle; wäre es verſchloſſen, ſo iſt die Geſchwindigkeit der Luft, weil ſie nicht ausweichen kann, an dieſer Stelle immer $= 0$, ſo ſehr auch die Verdichtung zunehmen mag. Die verſchiedenen Fälle, in welchen eine oder mehrere Wiederhohlungen eines einfachen Schalls gehört werden, ſind alſo folgende:

1. In einer Röhre, welche an dem einen Ende (fig. 57.) ac begrenzt und offen, aber nach der andern Richtung e ins Unendliche ausgedehnt iſt, wird ein innerhalb der Röhre bey l erregter Schall nur an dem offenen Ende ac einfach gehört, und zwar, wenn k die Weite bedeutet, durch welche der Schall in einer Sekunde geht, nach der Zeit $\frac{\text{ld}}{\text{k}}$ Sekunden. Weiter nach l zu, und ſowohl in l ſelbſt als auch hinter l, wird der Schall verdoppelt, ſo daß eine Reſonanz,

ſonanz, und, wenn man immer weiter von ac abwärts geht und lc immer größer wird, ein Echo entſteht. Man hört an jeder hinter l befindlichen Stelle e erſt den urſprünglichen Schall nach der Zeit von $\frac{el}{k}$ Sekunden, und ſodann, ſo wie auch in l ſelbſt, einen zweyten Schall, welcher von dem erſtern etwas verſchieden iſt, um $\frac{2el}{k}$ Sekunden ſpäter. Wenn el = 1040 Fuß iſt, ſo iſt es ein Echo von 2 Sekunden. Hier iſt alſo ein Beyſpiel eines einfachen Echo's, welches ſich durch Reflexion nicht würde erklären laſſen.

2. Wenn die Röhre an dem einen Ende ac begrenzt und verſchloſſen, nach der Richtung e aber unendlich lang iſt, und an der Stelle l ein Schall erregt wird, ſo hört man ebenfalls, wenn l und c einander nahe ſind, eine Reſonanz, und je größer lc iſt, ein deſto deutlicheres einfaches Echo; es folgt nämlich ſowohl in l ſelbſt, als auch an jeder dahinter befindlichen Stelle e, der zweyte Schall dem erſten nach in Zeit von $\frac{2al}{k}$ Sekunden; die Erſcheinung ſelbſt, und die Zeit, in welcher beyde Schläge auf einander folgen, ſind alſo eben ſo, wie in dem vorigen Falle, obgleich die Bewegung ſelbſt etwas verſchieden iſt.

3. Wenn eine Röhre an beyden Enden begrenzt und offen iſt, ſo entſteht durch einen an irgend einer Stelle l erregten einfachen Schall ein vervielfältigtes Echo, wo allemal jede 4ten Schläge einander ähnlich ſind. Wenn das Ohr ſich an dem einen Ende bey b befindet, ſo wird es nach der Zeit $\frac{bl}{k}$ den urſprüng-

lichen Schall hören, hierauf nach der Zeit $\frac{2al}{k}$ das erſte Echo, das zweyte nach der Zeit $\frac{2bl}{k}$, das dritte wieder nach der Zeit $\frac{2al}{k}$, endlich das 4te wieder nach der Zeit $\frac{2bl}{k}$ Sekunden u. ſ. f. Der Schall wird alſo wiederhohlt werden in Zeiträumen, die abwechſelnd $\frac{2al}{k}$ und $\frac{2bl}{k}$ Sekunden betragen. Wäre der Schall an der Stelle b ſelbſt hervorgebracht worden, ſo würde man daſelbſt nur halb ſo viel Echo's hören, die in den Zeiträumen von $\frac{2bl}{k}$ auf einander folgten, ſo daß, wenn die Röhre ba 500 Fuß lang wäre, man in jeder Sekunde ein Echo hören würde.

Wenn der erſte Schall in l erregt wird, und das Ohr ſich an eben derſelben Stelle befindet, ſo folgt das erſte Echo dem urſprünglichen Schalle nach der Zeit $\frac{2bl}{k}$, hierauf das zweyte nach der Zeit $\frac{2al}{k}$, und das dritte durch zweyerley Bewegungen zugleich erregte und alſo vorzüglich ſtarke und deutliche nach $\frac{2ba}{k}$ Sekunden; hierauf würden in eben derſelben Ordnung wieder neue Echo's folgen, nach den Zeiten $\frac{2bl}{k}$, $\frac{2al}{k}$ und $\frac{2ba}{k}$ u. ſ. f. Wenn alſo der Punkt l ſich

in

in der Mitte der Röhre befände, ſo würde man da⸗ ſelbſt alle Echo's in gleichen Zeiträumen von $\frac{ba}{k}$ Sek. nach einander hören.

Befände ſich das Ohr an irgend einer andern Stelle, ſo würde man die Zahl der Echo's noch mehr vervielfältigt hören, und in noch ungleichern Zeiträu⸗ men; nur in dem Falle, wenn l in der Mitte der Röhre und jene Stelle zwiſchen l und a wäre, wür⸗ den alle 4 Echo's in gleichen Zeiträumen nach einan⸗ der folgen.

Hier iſt alſo wieder ein Beyſpiel von einem Echo, und zwar von einem vielfachen, welches ſich nicht durch Reflexionen erklären läßt.

4. In einer Röhre, die an beyden Enden be⸗ grenzt und verſchloſſen iſt, erfolgen die Echo's in eben denſelben Zeiträumen, wie in dem vorigen Falle, wo beyde Enden offen ſind.

5. Wenn die Röhre an beyden Enden begrenzt, und an dem einen Ende offen, an dem andern aber verſchloſſen iſt, ſo entſteht ein vielfaches Echo, wo je⸗ desmal jeder 8te Schlag, oder wenn der Schall an dem verſchloſſenen Ende hervorgebracht und an dem offenen Ende gehört wird, jeder 4te Schlag mit ein⸗ ander übereinſtimmt.

Von dieſen angeführten Fällen wird der erſte, wo eine Röhre an einem Ende begrenzt und offen, nach der andern Richtung aber unendlich lang iſt, in der Erfahrung nicht ſtatt finden, außer wenn man ſich ſtatt einer unendlich langen Ausdehnung eine ſo große Ausdehnung, daß der Schall nicht merklich bis an das andere Ende wirken kann, vorſtellt. So wird

z. B. in einem ſehr langen Stollen, nachdem man mehr oder weniger von dem Ende, wo er zu Tage ausgeht ſich entfernt, eine einfache Wiederhohlung des Schalls, wenn andere Umſtände es nicht verhindern, als Reſonanz oder als Echo gehört werden.

Der zweyte Fall, wo in einer Röhre, die an dem einen Ende begrenzt und verſchloſſen, an dem andern aber unendlich lang iſt, ſich eine einfache Wiederhohlung zeigt, kommt in der Erfahrung am häufigſten vor. Da nämlich freye und eingeſchloſſene Luft ſich in ihren Schwingungen nach einerley Geſetzen richten, ſo gehören hieher alle die Fälle, wo in freyer Luft ein feſter Gegenſtand, z. B. eine hohe Mauer, ein Wald, oder eine Felſenwand der Richtung des Schalls entgegenſteht, und alſo eine Luftſtrecke nach dieſer Richtung als begrenzt und nach der entgegengeſetzten als unbegrenzt anzuſehen iſt. Auf die Ebenheit oder Glätte der Fläche, an welche ſich die Luftverdichtung ſtemmt, ſcheint gar nichts anzukommen, indem man oft in rauhen Wildniſſen, wo nirgends eine ebene und glatte Fläche iſt, die beſten Echo's antrifft, und bisweilen auch ein gegenüberſtehender Wald ſchon ein ziemlich gutes Echo giebt. Es ſcheint mehr darauf anzukommen, ob die gegenüberſtehende Fläche im Ganzen eine hierzu vortheilhafte Geſtalt habe, damit eine beträchtliche Luftmaſſe ſich bey ihren Verdichtungen gleichförmig dagegen ſtemmen könne.

Der dritte Fall, wo eine Röhre an beyden Enden begrenzt und offen iſt, zeigt ſich bey bedeckten, beſonders bey gewölbten Gängen und Gallerien, die an beyden Enden offen ſind, wie auch ſchon einiger Maaßen in engen und langen Schluchten zwiſchen zwey Felſenwänden, oder auch in andern etwas tie-

fen

ſen und ſchmalen Hohlwegen, wo man gemeiniglich einen Nachhall des Schalls bemerkt, welcher ſich bey einer hinreichenden Länge als Echo zeigen müßte, und nicht etwa aus Reflexionen von den nahe bey einander befindlichen Wänden, ſondern aus mehreren der Länge nach gehenden Schwingungen zu erklären iſt.

Der vierte Fall befindet ſich in ſolchen bedeckten Gängen oder ſehr langen Sälen, die an beyden Enden verſchloſſen ſind. Auch gehören hieher ſolche vielfache Echo's in freyer Luft, wo große Flächen, z. B. zwey Felſenwände oder hohe Gebäude, in einer hinlänglichen Entfernung einander gegenüber ſtehen, und alſo die Verdichtungen der dazwiſchen befindlichen Luftſtrecke ſich abwechſelnd gegen beyde Flächen ſtemmen.

Der fünfte Fall kann ſich in ſolchen bedeckten oder gewölbten Gängen zeigen, die an dem einen Ende offen ſind, wie auch bisweilen in freyer Luft an großen Gebäuden, wo das Hauptgebäude quer vorſteht, und auf beyden Seiten rechtwinklicht mit hohen und langen Seitengebäuden zuſammenhängt.

Die im Th. IV. S. 268. angeführte Abhandlung des Hrn. Lambert iſt von Hrn. Prof. Huth in's Deutſche überſetzt unter dem Titel: Lambert's Abhandlung über einige akuſtiſche Inſtrumente. Berlin 1796. 8., mit einigen Zuſätzen herausgegeben worden. Der erſte Zuſatz handelt vom ſogenannten Horn Alexanders des Großen. Herr Huth hat nach Kircher's Zeichnung ein ſolches Werkzeug aus Blech etwas kleiner verfertigen laſſen, und gefunden, daß es als Sprachrohr beträchtliche Wirkung that, beſonders wenn am Ausgange und Eingange durch ſchiefwinklicht eingeſetzte Bleche dem Schalle noch mehr die gehörige Richtung gegeben ward. Der zweyte Zuſatz

enthält Erfahrungen über ein elliptiſches Sprachrohr; der Schall ward dadurch nur wenig verſtärkt, aber klingender, es zeigte ſich mehr als ein gutes Hörrohr. Im dritten Zuſatze empfiehlt er eine Anwendung der Sprachröhre ſtatt der Telegraphen; er zeigt nämlich, daß wenn man in gehörigen Entfernungen Stationen für ſtarke Sprachröhre anlegte, dadurch mit nicht allzugroßen Koſten Nachrichten in die Ferne eben ſowohl als durch Telegraphen befördert werden könnten, und zwar auch zu ſolchen Zeiten, wo wegen trüber Witterung kein Telegraph gebraucht werden kann.

Auch befinden ſich einige Bemerkungen über Sprachröhre in *Matthew Young's* Enquiry into the principal phaenomena of ſounds and muſical ſtrings. Dublin 1784. P. I. ſect. II.

Sprachgewölbe oder Sprachſäle.

Ueber dieſen Gegenſtand finden ſich einige Belehrungen, beſonders in Anſehung der Schauſpielhäuſer, in einer kleinen Schrift von J. G. Rhode [z]). Ein Gebäude kann zu dieſer Abſicht eingerichtet werden:

1. Durch Beförderung einer gleichförmigen und ungehinderten natürlichen Verbreitung des Schalls.

2. Durch künſtliche Verſtärkung deſſelben, welches entweder durch Mitklingen anderer Körper oder durch Brechungen des Schalls geſchehen kann.

Herr Rhode bemerkt, daß wenn die Sitze in einem Schauſpielhauſe ſtufenweiſe über einander angelegt ſind, keine Rückwirkung des Schalls bemerkbar

z) Theorie der Verbreitung des Schalls für Baukünſtler. Berlin 1800. 8.

bar ſeyn könne, weil der Schall nirgends in einem Zeitmomente eine Widerſtandsmaſſe antrifft, von der eine ſo ſtarke Rückwirkung möglich wäre, daß ſie dem Gehöre bemerklich würde, indem der Schall früher an die erſte Sitzreihe anſchlägt, als an die zweyte, und die Rückwirkung der erſtern verloren iſt, ehe die der zweyten entſteht u. ſ. f. Er empfiehlt alſo für Schauſpielhäuſer dieſer Art den Halbkreis als die beſte Form, jedoch bloß unter der Bedingung, daß die Sitze der Zuhörer amphitheatraliſch, d. i. ſtufenweiſe über einander angelegt werden, wobey er auch die gewöhnlichen Einwürfe gegen dieſe Einrichtung der Sitze widerlegt. Da aber der Halbkreis zu klein ſeyn dürfte, als daß er viel Zuſchauer faſſen könnte, ſo hat man den Kreis in die Länge gezogen, und daraus iſt die jetzt gewöhnliche ovale Form entſtanden. Herr Rhode ſchlägt aber eine zweckmäßigere Form vor, welche von den Ruinen eines Theaters zu Athen entlehnt iſt, und ſich auch durch Bequemlichkeit und durch architectoniſche Schönheit empfiehlt. In demſelben ſind die Sitze der Zuſchauer nach einem weit größern Zirkel angelegt, als die Oeffnung der Bühne giebt, und nach der Richtung der Seitenwände der Bühne an beyden Seiten abgeſchnitten, wobey die durch dieſe zweckmäßige Form an beyden Seiten entſtehenden geraden leeren Wände auch vieles zur Verſtärkung des Schalls beytragen müſſen, ſo daß der Raum ohne Nachtheil des Schalls ſehr vergrößert werden kann.

Die erſte Art, wie eine künſtliche Verſtärkung des Schalls in einem Gebäude hervorgebracht werden kann, iſt durch das Mitklingen anderer Körper. Das zweyte und unſtreitig das vorzüglichſte Mittel, um

in einem zum Hören beſtimmten Gebäude den Schall zu verſtärken, iſt die Brechung deſſelben. In Anſehung der Schauſpielhäuſer bemerkt Herr Rhode, daß die Baumeiſter und die Schriftſteller über dieſen Gegenſtand ſich gewöhnlich von der Brechung einen ganz falſchen Begriff gemacht, und geglaubt haben, ſie müſſe in einer Rückwirkung gegen die Bühne hin beſtehen, da doch vielmehr eine jede ſolche Zurückbrechung nachtheilig iſt, und ganz das Gegentheil von dem bewirkt, was man beabſichtigt. In Theatern, die nicht gar zu klein ſind, würde nähmlich an den meiſten Stellen die Rückwirkung erſt geſchehen, wenn die Wirkung des erſten Schalls ſchon vorüber wäre, ſo daß alſo mehr ein die Rede undeutlich machender Wiederhall, als eine wahre Verſtärkung entſtehen würde, wie man dieſes in vielen Theatern von runder oder ovaler Form bemerkt. Der Schall muß vielmehr von der Bühne weg gegen die Zuhörer gebrochen werden. Die meiſten Schauſpielhäuſer, ſo wie auch die meiſten von Schriftſtellern gegebenen Plane ſind für dieſe Abſicht ganz und gar nicht vortheilhaſt, ſo daß es zu verwundern iſt, daß man die Geſetze der Communications- und Sprachröhre nicht beſſer darauf angewendet hat. Das vorzüglichſte Erforderniß zu dieſer Abſicht ſind gerade Seitenwände, die von der Oeffnung der Bühne an entweder parallel mit einander, oder nach divergirenden Richtungen gehen können, ohne Seitenlogen und ohne Hervorragungen, ſo daß deren Verzierungen bloß in Mahlerey beſtehen dürfen, nebſt einer nicht allzuhohen Decke, welche mit dem Boden parallel gehen könnte. Die Hinterwand kann am ſchicklichſten durch einen Zirkelbogen geſchloſſen ſeyn.

Ein

Ein großes Hinderniß der Verbreitung des Schalls bey der gewöhnlichen Einrichtung der Schaubühnen iſt die Richtung der Couliſſen, welche ſo beſchaffen ſind, daß der Schall von ihnen gar nicht gegen die Zuhörer gebrochen werden kann, ſondern vielmehr ganz verſchluckt wird, ſo daß, wenn der Schauſpieler etwas von der Oeffnung der Scene zurückſpricht, nichts weiter davon übrig bleibt, als was vermöge der natürlichen Verbreitung deſſelben den Zuhörern entgegen ſchallt. Herr Rhode äußert, daß man anſtatt der Couliſſen die bekannten Drehmaſchinen der Alten mit Vortheil gebrauchen könne, welche dreyeckig und an den Seiten eben ſo wie die Couliſſen bemahlt, oder mit bemahlter Leinwand bekleidet seyn können, wobey noch mehr Leichtigkeit und Geſchwindigkeit der Veränderungen und weniger Irrung in den Decorationen, als bey der gewöhnlichen Einrichtung, ſtatt fände. Dieſe würden ſo gedreht werden können, daß ſie nach Beſchaffenheit der Umſtände entweder ganz oder wenigſtens an der Oeffnung der Bühne eine feſte Wand bildeten, wodurch die Verbreitung des Schalls von der Bühne weg gegen die Zuhörer ſehr befördert werden würde.

Drittes Kapitel.

Von den Meynungen und Entdeckungen, welche das Weltgebäude überhaupt betreffen.

Newton's Syſtem des Himmels iſt in dieſem Zeitraume durch ſo viele Beobachtungen beſtätigt worden, daß es im mathematiſchen Theile der Naturlehre den erſten Rang behauptet. Hiezu hat beſonders die faſt unglaubliche Vervollkommnung der Spiegelteleſkope beygetragen, vermittelſt welcher vorzüglich die Herren Herſchel, Bode, von Zach, Schröter, Piazzi, Olbers, la Lande und ſein Neffe le François la Lande, und mehrere Andere die wichtigſten Entdeckungen und Beobachtungen gemacht haben, welche Newton's Lehre eine unerſchütterliche Feſtigkeit geben. Die Bemühungen aller dieſer Herren, wodurch das Newton'ſche Syſtem ſo viele Berichtigungen erhielt, lagen zerſtreuet da, und es war nöthig, ein neues Syſtem des Himmels auszuarbeiten. Dieß Geſchäft wurde endlich auch durch Herrn la Place in ſeiner vortrefflichen Mécanique céleſte ausgeführt, nachdem er ſchon vorher dieſe Theorie in mehreren Abhandlungen [a]) und in einem vorläufigen Werke [b]) vorgetra-

a) Théorie du mouvement et de la figure elliptique des planètes. à Paris 1784. Théorie des attractions des ſphéroides et de la figure des planètes. 1785. und in den Mémoir. de l'Acad. des ſcienc.

b) Darſtellung des Weltſyſtems, aus dem Franzöſ. überſ. Frankf. am M. 1797. 8. 2 Theile.

getragen hatte. Ueberhaupt hat la Place durch eine fruchtbare Anwendung der Kunſtgriffe in der mathematiſchen Analyſe einige bisher noch ſtrittige Punkte im Laufe der Himmelskörper ſehr glücklich berichtigt, und andere Ungleichheiten, welche nach Verlauf von Jahrhunderten bemerkbar ſind, entdeckt.

So ſehr man auch die himmliſchen Begebenheiten mit Newton's Syſtem übereinſtimmend fand, ſo blieben doch bisher die Veränderungen in den mittleren Bewegungen der Planeten unerklärbar. Viele hatten ſie aus dem Widerſtande eines ätheriſchen Mittels, Andere aus der Einwirkung der Kometen abzuleiten geſucht. Selbſt la Place, welcher gefunden hatte, daß die mittleren Bewegungen der Bewegungen völlig unverändert blieben, hatte anfänglich vermuthet, die mittleren Bewegungen des Jupiters und Saturns dürften von der Wirkung der Kometen herrühren. Allein als er weiter darüber nachdachte, ſchien ihm der Gang der beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen dieſer Planeten mit ihrer gegenſeitigen Attraction ſo wohl übereinzuſtimmen, daß er keinen Anſtand nahm, die Hypotheſe von jeder fremden Einwirkung zu verwerfen.

La Place ward nämlich durch die verſchiedenen Reſultate, welche verſchiedene Mathematiker zur Beſtimmung der beobachteten Ungleichheiten in den mittleren Bewegungen der beyden Hauptplaneten, Jupiter und Saturn, gefunden hatten (Th. IV. S. 315. f.), veranlaßt, dieſen Gegenſtand aufs neue zu unterſuchen. Er wandte die größte Sorgfalt auf ſeine Erörterung, und ſo gelangte er zu dem wahren analytiſchen Ausdrucke der ſeculairen Ungleichheit der mittleren Bewegung der Planeten. Da er in demſelben

die Zahlenwerthe für den Jupiter und Saturn an die gehörigen Stellen ſetzte, ſahe er mit Verwunderung, daß er auf Null gebracht wurde. Er vermuthete, daß dieß nicht bloß bey dieſen Planeten zutreffen dürfte, und daß, wenn man dieſen Ausdruck auf die möglichſt einfachſte Form brächte, dadurch, daß man die verſchiedenen darin enthaltenen Größen vermittelſt der zwiſchen ihnen ſtatt findenden Verhältniſſe auf die kleinſte Zahl zurückführte, alle Glieder deſſelben einander aufheben dürften. Die Rechnung beſtätigte dieſe Vermuthung, und lehrte ihn, daß überhaupt die mittleren Bewegungen der Planeten und ihre mittleren Entfernungen von der Sonne unveränderlich ſind, wenigſtens wenn man die Biquadrate der Eccentricitäten und der Neigungen der Bahnen, und die Quadrate der ſtörenden Kräfte aus der Acht läßt. La Grange hat nachher dieß Reſultat des la Place beſtätigt, und durch eine ſehr ſchöne Methode gezeigt, daß es ſelbſt dann ſtatt finde, wenn man auf Potenzen und Produkte von jeder Ordnung bey den Eccentricitäten und Neigungen Rückſicht nimmt.

La Place ſchloß alſo hieraus, daß die beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen des Jupiters und Saturns nicht von ihren ſecularen Ungleichheiten abhangen. Er bemerkt, daß die Beſtändigkeit der mittleren Bewegungen der Planeten und der großen Axen ihrer Bahnen eine der merkwürdigſten Erſcheinungen des Weltſyſtems ſey. Alle andere Elemente der elliptiſchen Planetenbahnen ſeyen veränderlich, und Beobachtungen ſtimmten darin überein, daß ihr Gang eben derſelbe ſey, wie er aus der Theorie der Schwere folge. Man könnte alſo vermittelſt dieſer Theorie den Beobachtungen vorgreifen, und

und die wahren Werthe der ſecularen Ungleichheiten der Planeten angeben, wenn ihre Maſſen genau bekannt wären. Aber wir kennten bis jetzt nur die Maſſen der von Trabanten begleiteten Planeten; die andern würden nicht eher genau beſtimmt werden, als bis die Folge der Zeit dieſe Ungleichheiten zureichend entwickelt haben werde, um daraus die Größe dieſer Maſſen mit Genauigkeit ſchließen zu können. Alsdann erſt werde man in Gedanken zu den Veränderungen zurückgehen können, welche das Planetenſyſtem nach einander erfahren habe; man werde diejenigen vorausſehen können, welche künftige Jahrhunderte den Beobachtern darbieten würden, und der Geometer werde in ſeinen Formeln alle vergangenen und künftigen Zuſtände dieſes Syſtems mit einem Blicke umfaſſen.

Hiebey ſucht nun la Place folgende Fragen aufzuhellen: Sind die elliptiſchen Planetenbahnen immer ohngefähr kreisförmig geweſen, und werden ſie es immer ſeyn? Sind nicht einige Planeten urſprünglich Kometen geweſen, deren Bahnen, vermöge der Attraction der andern Planeten, ſich nach und nach dem Kreiſe genähert haben? Wird die Abnahme der Schiefe der Ekliptik ſo lange fortfahren, bis die Ekliptik mit dem Aequator zuſammenfällt, welches eine beſtändige Gleichheit der Tage und Nächte auf der ganzen Erde zur Folge haben würde? Dem Herrn la Place iſt es durch die Analyſe gelungen, zu beweiſen, daß, wie groß auch immer die Maſſen der Planeten ſeyn mögen, ſchon vermöge des einzigen Umſtandes, daß ſie alle nach einerley Richtung und in wenig eccentriſchen und gegen einander wenig geneigten Bahnen ſich bewegen, ihre ſecularen Ungleichheiten periodiſch und in geraden Grenzen eingeſchloſſen ſind,

ſind, ſo daß das Planetenſyſtem bloß um einen gewiſſen mittleren Zuſtand Schwingungen macht, wovon es ſich nie weiter als um eine ſehr geringe Größe entfernt. Die elliptiſchen Planetenbahnen ſind alſo immer beynahe kreisförmig geweſen, und werden es immer ſeyn; woraus folgt, daß kein Planet urſprünglich ein Komet geweſen iſt, wenigſtens wenn man bloß auf die gegenſeitige Wirkung der Körper des Planetenſyſtems Rückſicht nimmt. Die Ekliptik wird auch nie mit dem Aequator zuſammenfallen, und die ganze Größe der Veränderung ihrer Neigung kann 2 Grade nicht überſteigen.

Hiernächſt forſchte nun la Place nach der Urſache, welche die beobachteten Veränderungen in der mittleren Bewegung der Planeten hervorbringt. Ein merkwürdiges Reſultat der gegenſeitigen Wirkung der Planeten war dieß, daß, wenn man bloß auf die Ungleichheiten von ſehr langen Perioden ſieht, die Summe der Maſſen aller Planeten, wenn ſie ſtückweiſe durch die großen Axen ihrer Bahnen dividirt werden, immer ſehr nahe beſtändig iſt. Daraus folgt, daß, da die Quadrate der mittleren Bewegungen den Würfeln dieſer Axen umgekehrt proportionirt ſind, die Bewegung des Saturns durch Jupiters Wirkung beſchleunigt werden müſſe, und dieß iſt den Beobachtungen gemäß.

Ueberdieß ſahe la Place, daß das Verhältniß dieſer Veränderungen das nämliche war, wie nach dem vorigen Satze. Setze man mit Halley die Verminderung der Bewegung des Saturns für das erſte Jahrhundert, von 1700 angerechnet, auf 256″,94 nach der Decimaleintheilung, ſo wäre die dazu gehörige Beſchleunigung des Jupiters 109″,80, und Halley

habe

habe ſie durch Beobachtungen 106″,02 gefunden. Es ſey alſo ſehr wahrſcheinlich, daß die beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen des Jupiters und Saturns eine Folge ihrer wechſelſeitigen Einwirkung ſeyen. Und da es gewiß ſey, daß dieſe Wirkung in denſelben keine Ungleichheiten, weder beſtändig zunehmende noch periodiſche, hervorbringen könne, die eine Periode hielten, welche von der Stelle dieſer Planeten unabhängig wäre, und daß ſie in denſelben keine andere Ungleichheiten hervorbringe, als ſolche, die ſich auf dieſe Stellen bezögen; ſo ſey es natürlich, zu denken, daß in ihrer Theorie eine beträchtliche Ungleichheit dieſer Art vorhanden ſey, deren Periode ſehr lang iſt, und aus welcher dieſe Veränderungen entſtehen.

Die Ungleichheiten dieſer Art vermehrten ſich, ob ſie gleich in den Differenzialgleichungen ſehr klein, und beynahe unmerklich ſeyen, durch die Integration beträchtlich, und könnten in dem Ausdrucke der Länge der Planeten große Werthe erhalten. Es war ihm leicht, das Daſeyn ähnlicher Ungleichheiten in den Differenzialgleichungen der Bewegungen des Jupiters und Saturns zu erkennen. Dieſe Bewegungen ſeyen ſehr nahe commenſurabel, und die mittlere Bewegung des Saturns fünfmal genommen ſey dem Doppelten von der des Jupiters ſehr nahe gleich. Daraus ſchloß er, daß die Stücke, welche das Fünffache der mittleren Länge des Saturns weniger dem Doppelten der des Jupiters zum Argument haben, durch die Integration ſehr merklich werden könnten, ohngeachtet ſie durch die Würfel und Produkte von drey Dimenſionen der Eccentricitäten und der Neigungen der Bahnen multiplicirt wären. Er betrachtete daher

dieſe Stücke als eine ſehr wahrſcheinliche Urſache der beobachteten Veränderungen in den mittleren Bewegungen dieſer Planeten. Die Wahrſcheinlichkeit dieſer Sache und die Wichtigkeit des Gegenſtandes beſtimmten ihn, die mühſame Rechnung vorzunehmen, welche nöthig war, um ſich davon zu verſichern. Das Reſultat dieſer Rechnung beſtätigte ſeine Vermuthung gänzlich, indem es ihm zeigte, 1. daß in der Theorie des Saturns eine große Ungleichheit vorhanden ſey, die in ihrem Maximum 9024″,7 beträgt und eine Periode von 917¾ Jahren hat; 2. daß die Bewegung des Jupiters einer übereinſtimmenden Ungleichheit unterworfen ſey, deren Geſetz und Periode die nämlichen ſind, die aber, da ſie ein entgegengeſetztes Zeichen führt, ſich nicht höher als auf 3856″,5 beläuft.

Auf dieſe zwey zuvor unbekannte Ungleichheiten müſſe man die ſcheinbare Verminderung der Bewegung des Saturns und die ſcheinbare Beſchleunigung der des Jupiters beziehen. Dieſe Erſcheinungen hatten um das Jahr 1560 ihr Maximum erreicht. Seit dieſer Epoche haben ſich die ſcheinbaren mittleren Bewegungen dieſer zwey Planeten ihren wahren mittleren Bewegungen genähert, und im Jahr 1790 ſind ſie ihnen gerade gleich geweſen. Nun ſehe man alſo, warum Halley, da er die neuern Beobachtungen mit den ältern verglich, die mittlere Bewegung des Saturns langſamer, und die des Jupiters ſchneller gefunden habe, als durch die Vergleichung der neuern Beobachtungen unter ſich, da im Gegentheil die letztern Lambert'en eine Beſchleunigung in der Bewegung des Saturns und eine Verminderung in der des Jupiters gezeigt haben; und es ſey merkwürdig, daß die von Halley und Lambert aus den bloßen

Beobachtungen hergeleiteten Größen dieſer Erſcheinungen ſehr nahe dieſelbigen ſind, die ſich aus den zwey eben erwähnten großen Ungleichheiten ergeben.

Das beynahe commenſurable Verhältniß der Bewegungen des Jupiters und Saturns verurſache noch andere ſehr merkliche Ungleichheiten. Die beträchtlichſte fällt auf die Bewegung des Saturns. Sie würde ſich mit der Mittelpunktsgleichung vermiſchen, wenn das Doppelte der mittleren Bewegung des Jupiters dem Fünffachen von der des Saturns genau gleich wäre. Von ihr rühre auch größtentheils der in dem 18ten Jahrhundert beobachtete Unterſchied zwiſchen den Zeiten der Zurückkunft des Saturns zur Frühlings- und Herbſtnachtgleiche her. Ueberhaupt ſahe la Place, nachdem er dieſe verſchiedenen Ungleichheiten erkannt, und diejenigen, die ſchon vorher der Berechnung unterworfen worden waren, ſorgfältiger als zuvor beſtimmt hatte, daß alle beobachtete Erſcheinungen in der Bewegung dieſer zwey Planeten ſich von ſelbſt nach der Theorie bequemen, und da ſie zuvor eine Ausnahme von dem allgemeinen Geſetze der Schwere zu machen ſchienen, ſo ſeyen ſie nun zu einem der auffallendſten Beweiſe deſſelben geworden.

Sonne.

La Place giebt die Sonnenmaſſe 329809mal, Käſtner aber 346230mal größer an, als die Erdmaſſe. Letzterer berechnet hieraus die Dichtigkeit der Sonne = 0,24129 von der Erde, die Schwere auf der Oberfläche der Sonne 27,215mal ſo groß als auf der Erdfläche, und den Fall in einer Sekunde 409,64 Fuß.

Was die Sonnenflecken betrifft, ſo beſitzt nach Schröter's c) Beobachtungen die Sonne eine ihr eigenthümliche Atmoſphäre, welche einer auf das Klima ſich beziehenden Verdickung und Erheiterung fähig iſt. Einige dunkele Flecken rühren von der Atmoſphäre her, andere aber können wirkliche Theile der Sonne ſeyn. Einige der Sonnenſtreifen oder Sonnenfackeln ſieht er als Projektionen von Anhöhen und Abhängen an, andere hingegen betrachtet er als hebende Theile der Atmoſphäre. Sonſt giebt er der Meynung Beyfall, daß die Sonne planetenartig ſey, und bloß eine Lichtatmoſphäre um ſich habe, von welcher ſie ihren Glanz beſitze. Nahe an der Sonne iſt die Lichtatmoſphäre am dichteſten, durchdringt aber mit ihren feinſten Theilchen einen beträchtlichen Theil des Sonnengebiets, und wird uns im Zodiakallicht ſichtbar. Zunächſt der Sonnenfläche vermiſcht ſie ſich mit der Atmoſphäre der Sonne, daher die verſchiedenen Erſcheinungen der Sonnenflecken entſtehen. Die Lichtatmoſphäre iſt an ſich ſelbſt unſichtbar, ihre Strahlen aber fallen theils durch die körperlichen Theile der eigentlichen Atmoſphäre und der Sonne ſelbſt in unſere Augen, und verurſachen, daß wir ſowohl die Sonne ſelbſt, als auch ihre Atmoſphäre verſchiedentlich leuchten ſehen, nachdem ſie nämlich vermöge ihrer verſchiedenen Beſtandtheile das Licht lebhafter oder ſchwächer reflektiren. Aehnliche Gedanken hat auch der Rector Fiſcher in Halberſtadt ſowohl von der Sonnenatmoſphäre, als auch von den Flecken geäußert.

Ein Paar Jahre darauf hat Herr Schröter d) einen merkwürdigen Sonnenflecken beobachtet, und da-

c) Bode aſtronomiſches Jahrbuch für 1792.

d) Beobachtung eines merkwürdigen Sonnenfleckens nebſt Be-

dabey fernere Muthmaßungen über den Naturbau der Sonne mitgetheilt. Am 20ten Nov. 1795. gegen Mittag fiel ihm nämlich ſüdöſtlich nahe am Sonnenrande mit großer Deutlichkeit ein erhabenes Ringgebirge mit einem davon eingeſchloſſenen wirklich eingetieften Thale ins Geſicht, gerade ſo, wie er ſie um eben die Zeit am Monde, nahe an der Erleuchtungsgrenze erblickte. Der erhabene und dem Mittelpunkte der Sonne zugekehrte Theil hatte in ſeiner offenbar erhobenen Projektion etwas helleres, und die davon eingeſchloſſene Fläche, welche ſich als vertieft darſtellte, ein etwas matteres Licht, als die übrige Sonnenfläche, auch in der Mitte einen ſchwarzen Fleck ohne alle Erhabenheit und Vertiefung. Der größte Durchmeſſer mit Einſchluß des Ringgebirges betrug 36 Sekunden. Da dieß Ringgebirge, es mochte entweder ein wahres Gebirge der Oberfläche, oder ein ſcheinbares atmoſphäriſches Lichtgebirge ſeyn, unter allen Herrn Schröter bekannten Beobachtungen die höchſte und deutlichſte Projektion gab, ſo ſuchte er auf folgende Art die ſenkrechte Höhe deſſelben zu beſtimmen. Stellt man ſich nämlich ein Ringgebirge des Mondes vor, welches völlig eben ſo in der Sonne erſcheinen ſoll, ſo müſſen die Abmeſſungen deſſelben, z. B Breite und Höhe, ſo vielmal größer ſeyn, als die Sonne entfernter, und ihr wahrer Durchmeſſer größer iſt. Nun bringt er gemeſſene Höhen und Tiefen von Ringgebirgen im Monde bey, und da dieſe bey größtentheils gleicher Projektion doch beträcht-

Bemerkung über den Naturbau der Sonne aus einer Abhandlung des Herrn Schröter's in Voigt's Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturkunde. B. I. St. 2. S. 114.

trächtlich verſchieden ausfallen, ſo nimmt er ein Mittel aus 10 Höhen und 19 Tiefen. Setzt man nun die geographiſche Meile = 3811,6 Toiſen, den wahren Durchmeſſer des Mondes = 465, und den der Sonne = 194490 geographiſche Meilen, ſo findet ſich, der Vorausſetzung gemäß, vom Ringgebirge der Sonne die ſenkrechte Höhe = 86,7 geographiſche Meilen, die ſenkrechte Tiefe der eingeſchloſſenen hohlen Fläche = 216,9; alles freylich nicht mit ſonderlicher Gewißheit, wo Herr Schröter ſelbſt die Ungewißheit aus einander ſetzt. Uebrigens läßt ſich nicht entſcheiden, ob das Ringgebirge nur eine Anhäufung von atmoſphäriſchem Lichtſtoffe, oder ein feſter Theil des durch verdünnte Atmoſphäre geſehenen Sonnenkörpers iſt. Je länger Herr Schröter die Sonne beobachtet, deſto bedenklicher wird er in Beurtheilungen; er iſt aber doch wegen der Regularität und durchgehends richtigen Verhältniſſe mehr geneigt, das Ringgebirge für etwas feſtes anzunehmen, obgleich die Abmeſſungen deſſelben für unſere geologiſchen Begriffe ſehr groß ſind, indeſſen für die Sonne immer noch kleiner, als die Abmeſſungen der Mondsberge, da 86 geographiſche Meilen nur $\frac{1}{226}$ des Sonnendurchmeſſers betragen. Setzt man den Durchmeſſer der feinen Lichtpunkte am Saturnusringe, wenn ſeine Ebene in der Ebene der Ekliptik liegt, nach Schröter's Beobachtungen nur $\frac{1}{3}$ Sekunde, den ſcheinbaren Durchmeſſer des Ringes in der Erdnähe 50 Sekunden, den wahren 40518 geographiſche Meilen, ſo giebt dieſes Ungleichheiten, welche von der Ebene um 370 geographiſche Meilen abweichen. Alles dieß beſtätigt die Hypotheſe, die Sonne ſey ein feſter mit einer leuchtenden Materie umgebener Körper.

Auch

Auch hat zu Ende des 18ten Jahrhunderts der Herr von Zach ſehr genaue Sonnentafeln berechnet [e]). Seine Hauptabſicht hat er auf genauere Zeitbeſtimmung gerichtet, indem die bisher aus den Beobachtungen der Sonne abgeleitete Zeit wenig mit derjenigen, welche aus Sternbeobachtungen gefolgert ward, zuſammenſtimmte. Bey den Mayer'ſchen Sonnentafeln fand eine Abweichung vom wahren Sonnenlaufe von 24 Sekunden ſtatt. Der Herr von Zach hat ſich daher bemüht, dieſe (bisher die beſten) Tafeln theils durch Verbeſſerung ihrer Elemente, theils durch den Gebrauch neuer und beſſerer Störungsformeln mit den neuern Beſtimmungen zuſammentreffender, und mit den geraden Aufſteigungen der Sonne übereinſtimmender einzurichten. Auch hat er den Tafeln für die unmittelbare Zeitrechnung eine ſolche beſtimmte Anordnung gegeben, daß man ſicher ſeyn kann, der Fehler der Zeitrechnung werde nie bis auf eine ganze Zeitſekunde gehen.

Bisher hatte man faſt allgemein angenommen, daß das ſogenannte Zodiakal- oder Thierkreislicht eine flüſſige Materie ſey, welche zur Sonnenatmoſphäre gehört. Allein Herr Hube und Andere halten dieſe Erſcheinung mehr für ein Meteor unſerer Erdatmoſphäre. Herr Hube [f]) bemerkt, daß das Zodiakallicht

e) Tabulae motuum ſolis novae et correctae, ex theoria gravitatis et obſervationibus recentiſſimis erutae, quibus accedit fixarum praecipuarum catalogus novus ex obſervationibus aſtronomicis annis 1787–1790. in ſpec. aſtronomica Gothana habitis, editae auſpiciis et ſumptibus ſeren. ducis Saxo-Gothan. auct. *Franc. de Zach.* Gothae 1792. 4.

f) Faßlicher und vollſtänd. Unterricht in der Naturlehre. Th. I. 60ſter Brief.

licht nur ſelten, häufiger und ſtärker des Abends als des Morgens, und in einigen Jahren viel öfter als in andern erſcheine. Seiner Meynung nach iſt dieſes Licht mit dem Nordlichte von gleicher Natur. Denn es ſey eben ſo blaß, eben ſo durchſichtig, eben ſo bald weiß bald gelblich oder roth gefärbt, und zeige eben dieſelbe zitternde Bewegung, als das Nordlicht in ſeinen Strahlen. Außerdem pflegten die Strahlen des Nordlichts, wenn ſie aus Weſten oder Oſten aufſteigen, eben ſo ſchief auf dem Horizonte zu ſtehen, und nach Süden abzuweichen, als das Zodiakallicht. Man ſehe ſogar unter dem letztern am Horizonte oft eine Art von dunkeln Nebel, welcher in ſeiner Farbe und übrigen Beſchaffenheit dem Nebel, der unter den Nordlichtern erſcheine, völlig ähnlich ſey. Ja oft gehe das Zodiakallicht in ein wirkliches Nordlicht über, indem gegen Norden zu nach und nach immer mehrere Strahlen und Lichtſtreifen zum Vorſchein kommen, welche mit dem Zodiakallichte ein Ganzes ausmachen. Oft ſehe man auch das Zodiakallicht, ſelbſt im Herbſte und Frühlinge, gar nicht.

Es ſcheine, daß die obere Atmoſphäre unſerer Erde durch die Erwärmung oder Erkältung beym Aufgange und Untergange der Sonne vorzüglich ſtark elektriſirt werde, und daß aus dieſer Urſache nicht nur das Zodiakallicht entſtehe, ſondern auch die Nordlichter mehrentheils bald nach dem Untergange der Sonne anfangen, ſichtbar zu werden.

Herr la Place hat aus Newton's Theorie erwieſen, daß das Thierkreislicht nicht zur Atmoſphäre der Sonne gehören könne. Er bemerkt überhaupt, daß, wenn die Himmelskörper Atmoſphären um ſich haben, die atmoſphäriſche Flüſſigkeit in eben dem

Maaße

Maaße dünner werde, als ſie ſich über die Körper er⸗hebe, vermöge ihrer Elaſticität, welche ſie um ſo viel mehr ausdehne, je weniger ſie zuſammengedrückt ſey. Wären aber die Theile ihrer Oberfläche elaſtiſch, ſo würde ſie ſich ohne Unterlaß ausdehnen, und ſich endlich in dem Weltraume zerſtreuen; die Elaſticität der atmoſphäriſchen Flüſſigkeit müſſe alſo in einem grö⸗ßern Verhältniſſe abnehmen, als das Gewicht, das ſie zuſammendrückt, und es muß einen Zuſtand der abnehmenden Dichtigkeit geben, wobey dieſe Flüſſig⸗keit ohne Elaſticität iſt; und in dieſem Zuſtande müſſe ſie an der Oberfläche der Atmoſphäre ſich befinden.

Alle atmoſphäriſche Schichten müſſen auf die Länge einerley Umdrehungsbewegung annehmen, die den Körpern, welche ſie umgeben, gemeinſchaftlich iſt; denn die Reibung dieſer Schichten unter einander und an der Oberfläche der Körper muß die langſamſten Be⸗wegungen ſo weit beſchleunigen, und die ſchnellſten auf⸗halten, bis eine völlige Gleichheit unter ihnen zu Stande gebracht iſt. Bey dieſen Veränderungen, und überhaupt bey allen denen, welche die Atmoſphäre lei⸗det, bleibt die Summe der Produkte der Elemente der Körper und ihrer Atmoſphäre, wenn ſie Stück⸗weiſe durch die Flächen, welche ihre auf die Aequators⸗ebene projicirten Radii⸗Vektoren um ihren gemein⸗ſchaftlichen Schwerpunkt beſchreiben, multiplicirt wer⸗den, immer in einerley Zeit die nämliche. Setzt man alſo, daß aus irgend einer Urſache die Atmoſphäre ſich zuſammenziehe, oder ein Theil von ihr an der Oberfläche des Körpers ſich verdichte, ſo wird die Um⸗drehungsbewegung des Körpers und der Atmoſphäre dadurch beſchleunigt; denn da die Radii⸗Vektoren der durch die Elemente der anfänglichen Atmoſphäre be⸗

ſchriebenen Flächen kleiner werden, ſo kann die Summe der Produkte aller Elemente durch die zugehörigen Flächen nicht die nämliche bleiben, wofern nicht die Geſchwindigkeit der Umdrehung zunimmt.

An der Oberfläche der Atmoſphäre wird die Flüſſigkeit bloß durch ihre Schwere zurückgehalten, und die Figur dieſer Oberfläche iſt ſo beſchaffen, daß das Reſultat der Centrifugalkraft und der Anziehungskraft des Körpers auf ihr lothrecht iſt. Die Atmoſphäre wird an ihren Polen abgeplattet, und ſchwillt um ihren Aequator auf; aber dieſe Abplattung hat Grenzen, und in dem Falle, wo ſie am größten iſt, iſt das Verhältniß der Axen des Pols und des Aequators das von 2 zu 3.

Die Atmoſphäre kann ſich um den Aequator nur ſo weit ausdehnen, bis die Centrifugalkraft der Schwere genau das Gleichgewicht hält; denn es iſt klar, daß über dieſe Grenze hinaus die Flüſſigkeit ſich zerſtreuen müſſe. Bey der Sonne insbeſondere iſt dieſer Grenzpunkt von ihrem Mittelpunkte um den Halbmeſſer der Bahn eines Planeten entfernt, welcher ſeinen Umlauf in einer Zeit machen würde, die der Umdrehungszeit der Sonne gleich iſt. Es erſtreckt ſich alſo die Atmoſphäre der Sonne nicht bis zur Bahn des Merkurs, und folglich bringt ſie auch das Thierkreislicht nicht hervor, welches ſich ſogar über die Erdbahn hinaus zu erſtrecken ſcheint. Außerdem iſt dieſe Atmoſphäre, deren Polaraxe zum wenigſten zwey Drittheile von der des Aequators halten muß, weit entfernt, die linſenförmige Geſtalt zu haben, welche die Beobachtungen dem Thierkreislichte geben.

Indeſſen iſt es doch dem Herrn la Place wahrſcheinlich, daß die Sonne eine Atmoſphäre beſitze.

Von-

Bouguer habe nämlich durch ſorgfältige Verſuche über die Stärke des Lichts verſchiedener Punkte der Sonnenoberfläche gefunden, daß dieſes Licht um den Mittelpunkt etwas lebhafter iſt, als gegen die Ränder zu. Da indeſſen das nämliche Stück der Sonnenſcheibe, wenn es durch die Achſendrehung der Sonne von der Gegend des Mittelpunkts nach den Rändern zu geführt wird, daſelbſt unter einem viel kleineren Winkel erſcheint, ſo müßte ſein Licht viel ſtärker ſeyn. Es muß alſo großen Theils verloren gehen, was ſich nicht erklären laſſe, ohne die Vorausſetzung, daß die Sonne mit einer dicken Atmoſphäre umgeben ſey, welche, da die von den Rändern ausgehenden Strahlen ſie ſchief durchſchneiden, dieſe mehr ſchwächt, als die aus dem Mittelpunkte kommenden, die ſie in lothrechter Richtung durchſchneiden. Dieſe Erſcheinung läßt alſo mit großer Wahrſcheinlichkeit auf eine Sonnenatmoſphäre ſchließen.

Mond.

Bisher hatte man keine Urſache auffinden können, aus welcher ſich die beobachteten Veränderungen in der mittleren Bewegung des Mondes erklären ließen, und dieſe Erſcheinung ſchien eine Ausnahme von dem Geſetze der Schwere zu machen (Th. IV. S. 297. f). Allein Herr la Place bemerkt, die Uebereinſtimmung der übrigen himmliſchen Erſcheinungen ſey mit der Theorie der Schwere ſo vollkommen, daß man nicht ohne Bedauern ſehen könne, daß die ſeculare Gleichung des Mondes ſich dieſer entziehe, und allein eine Ausnahme von einem allgemeinen und einfachen Geſetze machen ſollte, deſſen Entdeckung durch die Größe und Mannichfaltigkeit der Gegenſtände, die es umfaſſe, dem menſchlichen Geiſte ſo viel Ehre mache.

che. Durch dieſe Betrachtung ward la Place beſtimmt, dieſe Erſcheinung von neuem zu unterſuchen, und nach einigen Verſuchen gelang es ihm endlich, ihre Urſachen zu entdecken.

Die ſeculare Gleichung des Mondes rührt nämlich von der Wirkung der Sonne auf dieſen Trabanten, in Verbindung mit der Veränderung der Eccentricität der Erdbahn, her. Um ſich eine richtige Vorſtellung von dieſer Urſache zu machen, iſt zu bemerken, daß die Elemente der Erdbahn durch die Wirkung der Planeten Störungen leiden; ihre große Axe bleibt immer die nämliche, aber ihre Eccentricität, ihre Neigung gegen eine unbewegliche Ebene, die Lage ihrer Knoten und ihrer Sonnennähe ändern ſich ohne Unterlaß. Ferner ändert die Wirkung der Sonne auf den Mond ſeine Winkelgeſchwindigkeit um $\frac{1}{179}$, und dieſer Zahlcoefficient ändert ſich im umgekehrten Verhältniſſe mit dem Würfel der Entfernung der Erde von der Sonne. Entwickelt man nun die umgekehrte dritte Potenz dieſer Entfernung in einer nach dem Verhältniſſe zu den Sinus und Coſinus der mittleren Bewegung der Erde und deren vielfachen geordneten Reihe, und nimmt man die halbe große Axe der Erdbahn für die Einheit an; ſo findet man, daß dieſe Reihe ein Glied enthält, das drey Halben des Quadrats der Eccentricität dieſer Bahn gleich iſt. Der Ausdruck der Verminderung der Winkelgeſchwindigkeit des Mondes enthält alſo ein Glied, das dem 179ten Theile dieſer Geſchwindigkeit, multiplicirt mit drey Halben des Quadrats jener Eccentricität, oder, was auf eins hinausläuft, dem Produkte dieſes Quadrats durch die Winkelgeſchwindigkeit des Mondes, dividirt durch 119,33, gleich iſt. Wäre die Eccentrici-

tricität der Erdbahn beſtändig, ſo würde dieſes Glied die mittlere Geſchwindigkeit des Mondes ſelbſt ſeyn; aber ihre Veränderung hat, ob ſie ſchon ſehr klein iſt, in die Länge einen merklichen Einfluß auf die Mondsbewegung. Es iſt ſichtbar, daß ſie dieſe Bewegung beſchleunigt, wenn die Eccentricität abnimmt, was ſeit den alten Beobachtungen bis auf unſere Zeit ſtatt gefunden hat. Dieſe Beſchleunigung wird ſich in eine Verminderung verwandeln, wenn die Eccentricität ihr Minimum erreicht haben wird, wo ſie abzunehmen aufhören und zu wachſen anfangen wird.

In dem Zeitraume von 1700 bis 1800 hat das Quadrat der Eccentricität der Erdbahn um 0,00000155325 abgenommen, wenn man die halbe große Axe der Erdbahn für die Einheit annimmt; die dazu gehörige Winkelgeſchwindigkeit des Mondes war alſo 0,000000012842 5 von dieſer Geſchwindigkeit. Da dieſe Zunahme allmählig und im Verhältniſſe der Zeit ſtatt findet, ſo war ihre Wirkung auf die Bewegung des Mondes um die Hälfte kleiner, als wenn ſie im Laufe des ganzen Jahrhunderts die nähmliche gewesen wäre. Man muß alſo, um dieſe Wirkung, oder die ſeculare Gleichung des Mondes am Ende eines Jahrhunderts, von 1700 an gerechnet, zu beſtimmen, die ſeculare Bewegung des Mondes mit der Hälfte der ſehr kleinen Zunahme ſeiner Winkelgeſchwindigkeit multipliciren. Nun beträgt in einem Jahrhunderte die Bewegung des Mondes 5347405454″; man erhält alſo 34″,337 für ſeine ſeculare Gleichung.

So lange die Abnahme des Quadrats der Eccentricität der Erdbahn der Zeit proportionirt angenommen werden kann, wird die ſeculare Gleichung des Mondes wachſen, wie das Quadrat der Zeit; man

man wird alſo nur 34,337 mit dem Quadrat der Zahl der Jahrhunderte zwiſchen 1700 und der Zeit, für welche man rechnet, zu multipliciren brauchen. la Place hat aber gefunden, daß, da er zu den chaldäiſchen Beobachtungen zurückgieng, das dem Würfel der Zeit proportionirte Glied in dem Ausdrucke der ſecularen Mondsgleichung durch eine Reihe merklich wurde. Dieſes Glied iſt für das erſte Jahrhundert 0″,13574 gleich. Es muß mit dem Würfel der Zahl der Jahrhunderte von 1700 an multiplicirt werden; für die vor dieſer Epoche liegenden Jahrhunderte wird alſo dieſes Produkt negativ.

Verglich la Place die Beobachtungen mit dieſer Theorie, ſo fand er zwiſchen ihnen eine Uebereinſtimmung, die bewundernswürdig ſchien, wenn man die Unvollkommenheit der alten Beobachtungen, die unſichere Art ihrer Fortpflanzung, und die Ungewißheit betrachtet, welche noch über die Veränderungen der Eccentricität der Erdbahn diejenige zurückläßt, worin wir in Anſehung der Maſſen der Venus und des Mars uns befinden.

Es iſt merkwürdig, daß die Abnahme der Eccentricität der Erdbahn in der Bewegung des Mondes viel merklicher ſeyn ſoll, als für die Erde ſelbſt. Dieſe Verminderung, welche ſeit der älteſten Finſterniß, wovon wir Kenntniß haben, die Mittelpunktsgleichung der Sonne nicht um funfzehn Minuten geändert hat, hat in der Länge des Mondes eine Veränderung von 2 Graden hervorgebracht. Nach den Beobachtungen des Hipparchus konnte man ſie kaum vermuthen, aber die alten Finſterniſſe ſetzen ſie außer Streit.

Die ſeculare Gleichung des Mondes iſt, wie die Veränderung der Eccentricität der Erdbahn, periodiſch,

diſch, und kommt, wie dieſe, erſt nach mehreren Millionen Jahren wieder. Die äußerſte Langſamkeit, womit ſie dieſe Ungleichheit ändert, würde ſie ſeit den älteſten Beobachtungen unmerklich gemacht haben, wenn nicht ihr Werth, indem er ſich über mehrere Peripherien erſtreckt, in den in verſchiedenen Epochen gemachten ſecularen Beobachtungen beträchtliche Unterſchiede hervorbrächte, welche zwar ſeit den Zeiten der Chaldäer nicht mehr als 16 oder 17 Minuten betragen haben, aber einſt auf mehrere Grade ſich belaufen werden. Die jetzt ſehr kleine Eccentricität der Erdbahn wird zum wenigſten dreymal größer werden. Multiplicirt man die Zunahme ihres Quadrats mit der ſecularen Bewegung des Mondes, ſo giebt das Produkt, durch 119,33 dividirt, die ſeculare Verminderung dieſer Bewegung, welche mehr als 10 Grad betragen wird. Die künftigen Jahrhunderte werden dieſe großen Veränderungen entwickeln, deren Geſetze die Analyſis bekannt macht, und man könnte auf ſolche Art den Beobachtungen voreilen, wenn die Maſſen der Planeten genau beſtimmt wären. Aber dieſe fehlen uns bis jetzt noch zur Vervollkommnung der aſtronomiſchen Theorien. Zum Glück iſt Jupiter, deſſen Maſſe wir genau kennen, derjenige von den Planeten, welcher auf die ſeculare Gleichung des Mondes den meiſten Einfluß hat.

Der Halbmeſſer der Mondbahn nimmt mit der Eccentricität der Erdbahn zu und ab. La Place hatte nun gezeigt, daß die Wirkung der Sonne die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde um $\frac{1}{358}$ vermehre; das Glied, welches in dem Ausdrucke dieſer Wirkung drey Halben des Quadrats der Eccentricität der Erdbahn proportionirt iſt, vermehrt alſo

die

die Mondsparallaxe um eine dem Produkte dieſer Parallaxe durch den 239ten Theil dieſes Quadrats gleiche Größe. Setzt man alſo, daß dieſes Quadrat ſogar neunmal größer werde, ſo wird die Mondsparallaxe doch nur um ein Zehntel einer Sekunde vermehrt, welches unmerklich iſt. Es ſey alſo nicht zu beſorgen, daß ſich der Mond einmal auf die Erde ſtürzen möchte, wie dieſes ſtatt finden würde, wenn ſeine ſeculare Gleichung dem Widerſtande des Aethers zuzuſchreiben wäre.

Eben ſo unmerklich ſind die Veränderungen der Eccentricität der Mondsbahn; die Veränderungen der Bewegung der Knoten und der Erdnähe ſeyen groß genug, um es nothwendig zu machen, daß man bey Unterſuchungen, welche die Vervollkommnung der Mondstheorie zum Gegenſtande haben, darauf Rückſicht nehme.

Die mittlere Wirkung der Sonne auf dieſen Trabanten hange auch noch von der Neigung der Mondsbahn gegen die Ekliptik ab, und man könnte glauben, daß, weil die Lage der Ekliptik veränderlich ſey, daraus in der Mondsbewegung Ungleichheiten entſtehen müßten, welche denen ähnlich ſind, die die Verminderung der Eccentricität der Erdbahn hervorbringt. Aber die Mondsbahn werde ohne Unterlaß durch die Wirkung der Sonne zu einerley Neigung gegen die Erdbahn zurückgebracht, ſo daß die größten und kleinſten Abweichungen des Mondes, vermöge der Veränderung der Schiefe der Ekliptik, den nämlichen Veränderungen, wie die Abweichungen der Sonne, unterworfen ſind.

Da einige Vertheidiger der Endurſachen behauptet hatten, daß der Mond der Erde zugegeben ſey,

um

um ſie bey Nacht zu erleuchten, ſo bemerkt la Place, daß die Natur in dieſem Falle die Abſicht, die ſie ſich vorgeſetzt hätte, nicht erreicht haben würde, weil uns ſehr oft das Licht der Sonne und des Mondes zugleich entzogen werde. Um dieſes zu erhalten, wäre es nöthig geweſen, den Mond von Anfang an in Oppoſition mit der Sonne zu ſetzen, und zwar in der Ebene der Ekliptik ſelbſt und in einer Entfernung von der Erde, die dem hundertſten Theil der Entfernung der Erde von der Sonne gleich wäre, und dem Monde und der Erde parallele und ihren Entfernungen von dieſem Geſtirne proportionirte Geſchwindigkeiten zu ertheilen. Alsdann wäre der Mond beſtändig in Oppoſition mit der Sonne geblieben, und hätte um ſie eine der Erdbahn ähnliche Ellipſe beſchrieben; dieſe beyden Geſtirne wären über dem Horizonte auf einander gefolgt, und da der Mond in dieſer Entfernung nie verfinſtert worden wäre, ſo hätte ſein Licht beſtändig das der Sonne erſetzt.

Außerdem hatten andere Philoſophen, verleitet durch die ſonderbare Meynung der Arkadier, die ſich für älter als den Mond hielten, den Gedanken gehabt, der Mond ſey urſprünglich ein Komet geweſen, welcher, als er nahe an der Erde vorbeygegangen, durch ihre Attraction genöthigt worden ſey, ſie zu begleiten. Allein la Place führt an, wenn man mit der Analyſis in die entfernteſten Jahrhunderte zurückgehe, ſo ſehe man immer den Mond in einer beynahe kreisförmigen Bahn, wie die Planeten, ſich um die Sonne bewegen; folglich ſey der Mond urſprünglich kein Komet geweſen.

Was das Schwanken des Mondes und die Bewegung der Knoten ſeines Aequators betrifft, ſo wur-

den dieſe Erſcheinungen durch die Bemühungen des Herrn la Place ungemein aufgehellt. Der Mond iſt, vermöge ſeiner Umdrehungsbewegung, an ſeinen Polen etwas abgeplattet, aber die Anziehung der Erde mußte ſeine gegen dieſen Planeten gerichtete Axe verlängern. Wäre der Mond gleichartig und flüſſig, ſo würde er, um im Gleichgewichte zu bleiben, die Geſtalt eines Ellipſoids annehmen, deſſen kleinere Axe durch die Pole der Umdrehung gienge; die größere Axe wäre gegen die Erde gerichtet und in der Ebene des Mondäquators, und die in der nämlichen Ebene liegende mittlere Axe wäre auf den beyden andern lothrecht. Der Ueberſchuß der größern Axe über die kleinere wäre das Vierfache von dem Ueberſchuſſe der mittleren Axe über die kleinere, und ungefähr $\frac{1}{29711}$, wenn die kleine Axe zur Einheit angenommen wird.

Man begreife leicht, daß, wenn die große Axe des Mondes ſich ein wenig von der Richtung des Radius Vektor entfernt, welcher ſeinen Mittelpunkt mit dem der Erde verbindet, die Attraction der Erde ſich beſtrebe, ſie wieder zu dieſem Radius zurückzubringen, eben ſo, wie die Schwere das Pendel zur lothrechten Linie zurückbringt. Wenn die Umdrehungsbewegung dieſes Trabanten urſprünglich ſchnell genug geweſen wäre, um dieſes Beſtreben zu überwinden, ſo würde die Zeit ſeiner Umdrehung der Zeit ſeines Umlaufs nicht vollkommen gleich geweſen ſeyn, und ihr Unterſchied würde uns nach und nach alle Punkte ſeiner Oberfläche entdeckt haben. Da aber urſprünglich die Winkelbewegungen der Umdrehung und des Umlaufs des Mondes wenig verſchieden waren, ſo war die Kraft, womit die große Axe des Mondes von ſeinem Radius Vektor ſich entfernte, nicht zureichend,

um

um das Beſtreben eben dieſer Axe gegen dieſen Radius zu überwinden; die Schwere gegen die Erde, von welcher dieſes Beſtreben herrührt, hat alſo auf dieſe Art die Bewegungen vollkommen gleich gemacht; und wie ein Pendel, das durch eine ſehr kleine Kraft von der Vertikallinie entfernt worden, ununterbrochen zu derſelben zurückkommt und auf beyden Seiten kleine Schwingungen macht, ſo muß die große Axe des Mondsſphäroids auf beyden Seiten des mittleren Radius Vektor ſeiner Bahn ſchwingen. Daraus entſteht eine ſchwankende Bewegung, deren Größe von dem urſprünglichen Unterſchiede der beyden Winkelbewegungen der Umdrehung und des Umlaufs des Mondes abhängt. Dieſes Schwanken iſt ſehr klein, weil die Beobachtungen es nicht haben erkennen laſſen.

Man ſieht daher, daß die Theorie der Schwere die genaue Gleichheit der beyden mittleren Winkelbewegungen der Umdrehung und des Umlaufs des Mondes auf eine befriedigende Art erklärt. Es würde gegen alle Wahrſcheinlichkeit ſeyn, anzunehmen, daß im Anfange dieſe beyden Bewegungen vollkommen gleich geweſen ſeyen; aber zur Erklärung dieſer Erſcheinung iſt es genug, daß ihr anfänglicher Unterſchied ſehr klein war; und alsdann hat die Anziehung der Erde die vollkommene Gleichheit hergeſtellt, welche man beobachtet.

Da die mittlere Bewegung des Mondes großen ſecularen Ungleichheiten unterworfen iſt, die ſich auf mehrere Peripherien ausdehnen, ſo iſt klar, daß, wenn ſeine mittlere Umdrehungsbewegung vollkommen gleichförmig wäre, dieſer Trabant, vermöge dieſer Ungleichheiten, der Erde nach und nach alle Punkte ſeiner Oberfläche entdecken würde; ſeine ſcheinbare

Scheibe würde ſich durch unmerkliche Abſtufungen in eben dem Maaße ändern, als dieſe Ungleichheiten ſich entdeckten; die nämlichen Beobachter würden ſie immer ſehr nahe als die nämlichen ſehen, und nur um mehrere Jahrhunderte von einander entfernten Beobachtern würde ſie merklich verſchieden zu ſeyn ſcheinen. Allein die Urſache, welche eine vollkommene Gleichheit zwiſchen den mittleren Bewegungen der Umdrehung und des Umlaufs des Mondes zu Stande gebracht hat, benimmt den Erdbewohnern auf immer die Hoffnung, einmal die entgegengeſetzten Theile derjenigen Oberfläche, welche er uns zeigt, zu entdecken. Indem die Anziehung der Erde die große Axe des Mondes ununterbrochen gegen uns zurückführt, ſo macht ſie, daß ſeine Umdrehungsbewegung an den ſekularen Ungleichheiten ſeiner Umlaufsbewegung Theil nimmt, und richtet alſo beſtändig die nämliche Halbkugel gegen die Erde.

Die ſonderbare Erſcheinung des Zuſammentreffens der Knoten des Mondäquators mit denen ſeiner Bahn iſt auch noch eine Folge von der Attraction der Erde. La Grange hat dieß zuerſt durch eine ſehr ſchöne Analyſe gezeigt, welche ihn auf eine vollſtändige Erklärung aller an dem Mondsſphäroid beobachteten Bewegungen geführt hat. Die Ebene des Aequators und der Bahn des Mondes, und die durch ſeinen Mittelpunkt in paralleler Richtung mit der Ekliptik gelegte Ebene haben immer ſehr nahe einerley Durchſchnitt. Die ſekularen Bewegungen der Ekliptik ändern weder das Zuſammentreffen der Knoten dieſer drey Ebenen, noch ihre mittlere Neigung, welche die Attraction der Erde beſtändig bey einerley Größe erhält.

Herr

Herr la Place bemerkt hiebey, daß die angeführten Erſcheinungen mit der Hypotheſe nicht beſtehen könnten, nach welcher der urſprünglich flüſſige und aus Schichten von jeder Dichtigkeit beſtehende Mond die ihrem Gleichgewicht gemäße Geſtalt angenommen hätte. Sie zeigten zwiſchen den Axen des Mondsſphäroids größere Unterſchiede, als diejenigen, welche nach dieſer Hypotheſe ſtatt fänden. Die großen Ungleichheiten, welche man auf der Mondsfläche beobachte, hätten ohne Zweifel einen merklichen Einfluß auf dieſe Erſcheinungen.

Wenn die Natur die mittleren himmliſchen Bewegungen beſtimmten Bedingungen unterwerfe, ſo ſeyen ſie immer von Schwingungen begleitet, deren Größe willkührlich ſey. So gebe die Gleichheit der mittleren Bewegungen der Umdrehung und des Umlaufs des Mondes einem wirklichen Schwanken dieſes Trabanten den Urſprung. Eben ſo ſey das Zuſammentreffen der mittleren Knoten des Aequators und der Bahn des Mondes von einem Schwanken der Knoten dieſes Aequators um die der Bahn begleitet, welches ſehr klein ſey, da es bis jezt den Beobachtungen entgangen iſt.

Ueber die Beſchaffenheit des Mondes ſind in den neueſten Zeiten mit Hülfe der Spiegelteleſkope ungemeine Aufſchlüſſe geſchehen. Im Jahr 1778 am 24ten Juni beobachtete Don Ulloa zwiſchen Cap Vincent und Tercera eine totale Sonnenfinſterniß mit Dauer, wobey er am Monde folgende ſehr merkwürdige Erſcheinung wahrnahm: ehe noch die Sonnenſcheibe hinter dem Monde hervorzugehen anfieng, bemerkte man nahe am Rande des Mondes auf deſſen dunkler Scheibe ein lichtes Pünktchen,

im Anfange ſo klein, daß man es weder mit bloßen Augen noch mit einem gemeinen Taſchenperſpektiv bemerken konnte; durch ein Fernrohr von $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge konnte man es aber deutlich ſehen, und es ſchien völlig eben ſo, als wenn zwiſchen der dunkeln Mondſcheibe und dem Auge ein Sternchen von vierter Größe ſich zeigte. Nicht lange darauf wurde es größer, und ſein Wachsthum nahm zu bis zur Größe eines Sterns von zweyter Größe, in welchem Zuſtande man es wenigſtens $\frac{5}{4}$ Minuten lang ſah. Sein Licht glich nicht dem Lichte des Ringes um den Mond, ſondern dem der Sonne in dem Augenblicke des anfangenden Austritts. Die übrigen Beobachter ſahen es ebenfalls und durch andere Fernröhre. Don Ulloa war ſehr geneigt zu glauben, daß es ein Loch durch den Mond geweſen ſey, und das Wachſen des Lichts von dem dahinter weggehenden Sonnenrand hergerührt habe [g]). Dieſe Erſcheinung, ſagt Lichtenberg [h]), iſt allerdings merkwürdig, da ſie ein Mann, wie Don Ulloa beobachtet hat; allein es werden, wenn man nicht den totalen Sonnenfinſterniſſen mit Dauer eben ſo nachreißt, wie den Durchgängen der Venus, Jahrhunderte verſtreichen, ehe die Beobachtung Beſtätigung oder Widerlegung erhält. Aehnliche Erſcheinungen ſind nicht lange darnach geſehen worden. Am 4ten May 1783 entdeckte Herr Herſchel durch ſein Teleſkop im dunkeln Theile des Mondes einen leuchtenden Punkt, welchen er für einen wirklich brennenden Vulkan hielt. Vierzehn Tage darauf nahm er an derſelben Stelle innerhalb des Berges Ariſtarchus zwey kleine kegelförmige Berge nahe an einem dritten, den er ſchon beobachtet hatte,

g) *Rozier* journal de phyſique. Avr. 1780. p. 319.

h) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre p. 611.

te, wahr. Aus dieſen ſchien ihm Lava auszuſtrömen. Herr Bode, welcher dieß im aſtronom. Jahrbuche für 1788 erzählt, fügt noch hinzu, daß ein ungenannter Beobachter ſchon am 16ten May 1783 mit einem fünffüßigen Fernrohre Funken am hellen öſtlichen Mondrande entdeckt habe, welche hinter der erleuchteten Scheibe wie Sterne von 6ter oder 7ter Größe ſchnell und in gerader Richtung hervorſchoſſen, und in einem gegen Oſten geneigten Bogen auf den Mond wieder herabfielen. In eben der Gegend beobachtete Herr Herſchel am 19ten April 1787 zur Zeit des neuen Lichts drey helle Punkte, welche er ſelbſt beym nachfolgenden neuen Lichte wieder fand. Dieſe drey Punkte, welche auch der Graf von Brühl zu London am 19ten und 20ten May ſelbſt beobachtet hatte, zeigten ſich röthlich wie glühende Kohlen. Ferner giebt la Lande [i]) Nachricht, daß Herr Nouet am 13ten May 1788 auf der Sternwarte zu Paris einen Punkt wie einen Stern von 6ter Größe am nordöſtlichen Theile des Mondes gegen den Flecken des Helikon zu geſehen, und auch andern Aſtronomen gezeigt habe. Eben dieſelbe Erſcheinung nahm der Herr von Zach zu Gotha am 9ten und 10ten April 1788 auf der dunkeln Mondſcheibe wahr; der Punkt war etwas länglicht, etwa 5″ im Durchmeſſer und röthlich ſchimmernd, ſo wie man den Planeten Mars mit bloßen Augen ſieht. Auch Herr Bode hat an dieſem Tage die nämlichen Erſcheinungen wahrgenommen. Noch mehrere dergleichen Veränderungen auf der Mondfläche, welche beſonders Herr Herſchel beobachtet hat, findet man in dem berliniſchen aſtronomiſchen Jahrbuche für 1789. Man

i) Journal de Paris 1788. n. 79.

Man hat alle dieſe Phänomene für wirkliche Vulkane im Monde gehalten; allein Herr Bode hat in dem Jahrbuche für 1792 dieſe Meynung mit ſtarken Gründen beſtritten; und ſie vielmehr vom zurückgeworfenen Erdenlichte herzuleiten geſucht. Auch Herrn Schröter ſcheinen dieſe Phänomene mehr von Stellen, welche das Erdenlicht ſtärker reflektiren, oder von atmoſphäriſchen Urſachen herzurühren.

Daß überhaupt der Mond kein unſerer Erde ſo ähnlicher Körper ſey, wie ſich vormals mehrere Naturforſcher eingebildet hatten, iſt durch die ſchätzbaren Bemühungen des Herrn Schröter außer Zweifel geſetzt worden. Dieſer fand im Ganzen genommen im Monde eben ſolche landſchaftliche Schattirungen und Abwechſelungen von Bergen, Thälern, Ebenen, uranfänglichen und aufgeſetzten Gebirgen, wie auf unſerer Erde, nur mit beträchtlichem Unterſchiede. Er wendete gewöhnlich 161 und 210malige Vergrößerungen an, wovon die letztere Flächen von 4000 Pariſ. Fuß im Durchmeſſer ihrer Geſtalt nach unterſcheiden ließ. Mit einer 636maligen Vergrößerung konnte er in dieſen Flächen wiederum noch kleinere unterſcheiden. Ueberhaupt beobachtete er eine jede als eine beſondere Landſchaft zu der Zeit, da ſie nicht weit von der Lichtgrenze ſtand, und durch die Kenntlichkeit der Schatten ein deutliches Bild zuwege brachte.

Herr Schröter nahm wahr, daß einige helle Flecken, z. B. Cleomedes, Endymion, Schickard, Grimaldi, und einige kleinere Flächentheile bald im gewöhnlichen weißen Lichte, bald als dunkele Flecken mit etwas veränderter Geſtalt erſcheinen, da doch andere Flecken beſtändig ihre helle Farbe behalten. Er erklärt dieß aus den Winkeln der Erleuchtungs- und Ge-

Geſichtsſtrahlen, und vergleicht es mit den Erſcheinungen einer gebirgigen Landſchaft, welche man aus einem gewiſſen Standpunkte von Sonnenaufgang bis zum Untergange betrachtet.

Die Methode, welche Hevel zur Beſtimmung der Höhen der Mondsberge gebrauchte (Th. I. S. 489.), ſcheint Herrn Schröter zu unſicher und zu eingeſchränkt zu ſeyn, er ſucht vielmehr die Höhe des Berges aus der Sonnenhöhe über der Stelle des Mondes, wo ſich der Berg befindet, und der Länge ſeines Schattens. Die Sonnenhöhe findet man aus dem Winkelabſtande des Mondes von der Sonne und des Berges Entfernung von der Lichtgrenze. Auch dient dieſe Methode, die ſenkrechten Tiefen der Einſenkungen auf dem Monde zu meſſen, ob ſie gleich ein geübtes und ſcharfes Geſicht, und vorzüglich gute ſtarke lichthelle Fernröhre erfordert. Herr Schröter maaß die hohen Berge am ſüdlichen Rande des Mondes bey Kircher und Grünberger, welche er Leibnitz und Dörfel nennt, verſchiedene mal, und fand ſie 25000 Pariſ. Fuß hoch, da der Chimboraço auf unſerer Erde noch nicht 20000 Fuß beträgt. Setzt man nun, daß der Mondsdurchmeſſer etwa $\frac{3}{11}$ des Erdhalbmeſſers ausmacht, ſo ergiebt ſich, daß die Mondsgebirge über $4\frac{1}{2}$mal höher ſind, als die höchſten Berge auf unſerer Erde in Vergleichung beyder Weltkörper gegen einander.

Die Bergketten im Monde ſind eben ſo, wie bey uns, mit auslaufenden Zweigen verbunden; nur ſind die Kerne, von welchen die Zweige ausgehen, nicht die höchſten Berge oder die höchſten Rücken des Landes. Die Zweige erſtrecken ſich oft in ſehr tief eingeſenkten Flächen fort. Herr Schröter hat beſonders

genaue Beobachtungen über die ſogenannten einförmigen Einſenkungen oder Wallgebirge, von 30 deutſchen Meilen bis zu einer halben Viertelmeile im Durchmeſſer, angeſtellt, welche ſich bloß mit eingetieften, mannichmal zum Theil wieder ausgefüllten Cratern vergleichen laſſen. Die tiefſte nicht weit vom nordweſtlichen Mondrande über dem mare Criſium und dem Cleomedes gelegene, welche Herr Schröter Bernoulli nennt, hat $3\frac{1}{2}$ deutſche Meile im Durchmeſſer und über 3000 Toiſen Tiefe. Daß dieſe Crater mit den Ringgebirgen, welche ſie umgeben, durch einerley Kraft von innen heraus entſtanden ſind, lehrt ſchon der Augenſchein; Herr Schröter hat auch ſogar durch Experimente mit Modellen auf der Wagſchaale gezeigt, daß die Ringgebirge hinreichen, den Crater auszufüllen, daß folglich der Ring eben die Maſſe iſt, welche vorher den Raum des Beckens einnahm. Daraus läßt ſich faſt mit Gewißheit behaupten, daß ſie nicht durch Einſturz, ſondern durch Eruption entſtanden ſind. Bey den großen Mondcratern ſcheint der ganze Wall auf einmal hervorgebracht zu ſeyn; bey den kleinen aber, welche zum Theil auf jene aufgeſetzt ſind, läßt ſich ſehr wahrſcheinlich vermuthen, daß ſie allmählig, wie unſere Vulkane, über einander aufgethürmt ſind. Aehnliche Vermuthungen über die Entſtehung der meiſten Mondberge haben ſchon D. Hook, Lichtenberg und Aepinus gehabt.

Herr Schröter leitet die zuſammenhangenden Bergſtrecken, Ketten und Zweige von einer bloßen Aufſchwellung oder von einer nicht völlig vollführten Eruption der Mondrinde her, die Crater und Wallgebirge hingegen von wirklichen Ausbrüchen, wo die elaſtiſche Flüſſigkeit die aufgeborſtene Maſſe rings um-

her

her vor ſich wegwarf. Ein Theil von dem Auswurfe ſcheint geſchmolzen zu ſeyn und die Crater, welche jetzt Wallebenen ausmachen, damit angefüllt zu haben. Von Lavaſtrömen zeigen ſich aber keine Spuren; nur ſcheint ein Theil der geſchmolzenen ausgeworfenen Maſſe an dem Flecken Euler weggefloſſen zu ſeyn, und überhaupt ſcheint ſich der ſeltſame Farbenwechſel nicht erklären zu laſſen, welcher ſich auf dem Monde zeigt, wenn man nicht eine ſpiegelnde Maſſe auf ihm annimmt. Die kleinen Erhabenheiten oder Centralgebirge ſcheinen bloß Verſuche der elaſtiſchen Flüſſigkeit zu ſeyn, mehr Maſſe aufzuwerfen; auch finden ſich zuweilen in den großen Cratern kleinere. Weniger geſtörte Gegenden ſcheinen die großen grauen Flecke zu ſeyn, wo eine Vegetation ſtatt findet, indem ſelbſt die großen Wallebenen da, wo wieder neue Ausbrüche entſtanden ſind, von neuem glänzen. Ueberhaupt finden in einzelnen Mondländern merkwürdige Veränderungen, welche daſelbſt wahrgenommen werden, ſtatt. So entdeckte Herr Schröter am 27ten Aug. 1788. einen $1\frac{1}{2}$ Meile weiten Crater am Hevel, welcher am 24ten Octob. 1787. noch nicht da geweſen war. Ferner erſchien ihm ein Berg im mare Criſium, welchen er längſt als länglich erkannt, am 2ten Nov. 1788. ſo gezeichnet, auch noch am 14ten Nov. ſo geſehen hatte, plötzlich am 15ten rund, über die graue Fläche erhoben, und mit merklichen Schatten und mit einer deutlichen $\frac{3}{4}$ Meilen im Durchmeſſer haltenden craterähnlichen Vertiefung auf der Oberfläche verſehen. Am 2ten Dec. hingegen fand er ihn wieder eben ſo länglich, wie zuvor, und von einem ſchwarzdunkeln Schatten begleitet, deſſen Richtung aber nicht, wie es eigentlich hätte ſeyn ſollen, auf der Linie durch die Hörner des Mondes ſenkrecht ſtand. Dieſe Veränderungen,

gen, welche ſich weder durch die Umwandlung der Oberfläche ſelbſt, noch durch Zurückwerfung des Sonnen: oder Erdenlichtes erklären laſſen, rühren allem Vermuthen nach von der veränderlichen Atmoſphäre des Mondes her.

Uebrigens hat Herr Schröter auf der Oberfläche weder einen Ocean, noch ſolche beträchtliche Meere, als auf unſerer Erde, wahrgenommen. Vielmehr iſt die ganze Oberfläche gebirgigt und ungleich. Selbſt in den großen ausgedehnten grauen Flecken, welche man mit bloßen Augen ſieht, und welche die ältern Naturforſcher für Meere hielten, finden ſich nicht einmal ſolche Ebenen, wie die großen Haiden und Waldungen auf der Oberfläche der Erde ſind. Auch bemerkt man keine Spur von Flüſſen, und aus Licht und Schatten in den Vertiefungen zeigt ſich, daß die Maſſe des Mondes nicht ſo mit Waſſer durchdrungen ſeyn könne, wie unſere Erde. Jedoch läugnet Herr Schröter nicht alle Flüſſigkeit im Monde [k]).

Herr la Place beweißt überdieß, daß die Horizontalrefraction auf der Oberfläche der Erde zum wenigſten tauſendmal größer, als die auf der Oberfläche des Mondes ſey. Die Atmoſphäre des Mondes ſey daher äußerſt dünn, und in dieſer Eigenſchaft dem luftleeren Raume, den wir durch unſere beſten Luftpumpen hervorbringen könnten, überlegen. Daraus müßten wir den Schluß ziehen, daß kein Thier der Erde auf dem Monde leben und athmen könnte, und daß, wenn er bewohnt ſey, es nur von Thieren anderer

k) Selenotopographiſche Fragmente zur genauern Kenntniß der Mondfläche, ihrer erlittenen Veränderung und Atmoſphäre von Joh. Hieron. Schröter. Lilienthal auf Koſten des Verfaſſ. 1791. 4. mit 43 Kupf.

rer Art ſeyn könne. Die Flüſſigkeiten, welche durch eine ſo dünne Atmoſphäre nur wenig zuſammengedruckt wären, würden ſich bald in Dünſte auflöſen; man habe alſo Grund zu glauben, daß auf der Oberflä‐che des Mondes alles feſt ſey, und dieß ſcheine durch die Beobachtungen deſſelben vermittelſt großer Teleſko‐pe, welche uns ihn als eine trockene Maſſe zeigten, auf welcher man die Wirkungen und ſogar die Aus‐würfe von Vulkanen zu bemerken glaubte, beſtätigt zu werden.

Abbildungen einzelner Theile der Mondfläche, welche bisher gänzlich gemangelt haben, ſind durch den unermüdeten Fleiß des Herrn Schröter geliefert worden. Den Maaßſtab bey dieſen Charten hat Herr Schröter ſo feſt geſetzt, daß 20 Raumſekunden der Mondfläche auf der Karte einen Raum von $\frac{1}{2}$ engli‐ſchen Zoll einnehmen. Es beträgt alſo jede Decimal‐linie der Karte genau 4 Sekunden, d. h. $\frac{1}{474}$ des Monddurchmeſſers (dieſen nach la Lande zu 31′ 19″ genommen), welches ungefähr 1 deutſche Meile aus‐macht, den Monddurchmeſſer zu 470 Meilen gerech‐net. Auf dieſen Charten begreift alſo 1 engliſcher Zoll 10 deutſche Meilen, und die ganze Mondhalbku‐gel würde nach dieſem Maaße 47 engl. Zoll oder bey‐nahe 4 engliſche Fuß im Durchmeſſer halten. Die Nahmen, welche Riccioli zur Bezeichnung der Ber‐ge gebraucht hat, hat Herr Schröter auch beybe‐halten, und die merkwürdigſten Stellen, welche jener nicht bezeichnet hat, mit neuen Nahmen berühmter Aſtronomen und Naturforſcher belegt; die kleinern Gegenſtände aber bloß durch Buchſtaben unterſchie‐den. Der Specialatlas des Mondes beſteht aus 41 Charten außer der Mayer'ſchen Generalcharte, und noch

eine

eine Charte enthält die Höhen der merkwürdigſten Ringgebirge, Centralgebirge und übrigen Bergſpitzen im Monde, ſo wie die Tiefen der vorzüglichſten Einſenkungen oder Crater. Auch ſind dieſer Tafel die Höhen einiger Erdgebirge zur Vergleichung beygefügt worden.

Auch hat Herr la Lande eine neue Abbildung des Mondes ſtechen laſſen, auf welcher einer von den Flecken mit dem Nahmen Vulkan bezeichnet iſt. Es iſt diejenige Stelle, wo man das oben angeführte Licht einige mal zu verſchiedenen Zeiten wahrgenommen hat. Auch führt er eine Beobachtung von Carochez, einem Optiker und Mitgliede der Commiſſion für die Meereslänge zu Paris, an, welcher kürzlich ein ähnliches Licht an der nämlichen Stelle bemerkt hat.

Das Daſeyn einer Mondatmoſphäre, worüber man bisher noch nicht völlig übereinſtimmig war, iſt durch die Beobachtungen des Herrn Schröter ganz außer Zweifel geſetzt worden. Schon du Sejour [l]) behauptete, daß Beugung des Lichts am Rande des Mondes ohne Atmoſphäre um ihn ſich gar nicht denken laſſe. Auch Don Anton. de Ulloa [m]) war der Meynung, daß die Erſcheinung des Ringes, welcher ſich bey totalen Sonnenfinſterniſſen allemal um die Mondſcheibe zeigt, wie dergleichen von ihm ſelbſt am 24ten Jun. 1778. auf dem Meere zwiſchen Tercera und Cap St. Vincent beobachtet worden, ohne Atmoſphäre des Mondes ſich nicht erklären laſſe.

Herr

l) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1775. p. 268.

m) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. 1778. p. 64. *Rozier* Journal de phyſique 1780. Avril p. 319. Tom. XV. P. I.

Herr Schröter endlich nahm verſchiedene Aenderungen an den Mondflecken wahr, die er nicht anders, als durch Annahme einer Atmoſphäre erklären konnte. So beobachtete er an einem Berge im Cleomedes bisweilen eine ſehr große helle Vertiefung, welche zu einer andern Zeit unter dem nämlichen Erleuchtungswinkel nicht wahrgenommen wurde u. d. g. Am 24ten Februar 1792. Abends um 5 Uhr 40 Minut., $2\frac{1}{2}$ Tag nach dem Neumonde, gelang es ihm endlich, mittelſt eines 7ſchuhigen Herſchel'ſchen Teleſkops, welches 74mal vergrößerte, eine Monddämmerung [n]) zu beobachten. Zuerſt erblickte er ſie am Rande der äußerſten Spitzen, und bemerkte hiebey zugleich ein äußerſt mattes graulichtes Licht, welches gegen das Licht der äußerſten Spitze des Mondes eben ſo abſtach, als unſere Erddämmerung gegen das unmittelbare Sonnenlicht. Nach 8 Minuten wurde endlich der ganze Mondrand und zwar auf einmal mit einem ſolchen dämmernden Lichte umgeben. Die Weite dieſer Dämmerung von der dämmernden Lichtgrenze an bis zum vollen Lichte des Mondes, welches dem Erdenlichte gleich iſt, beſtimmt er auf $2° 34' 25''$ eines Bogens der Mondfläche, oder $10\frac{1}{4}$ geographiſche Meilen.

Planeten.

Ueber die Umwälzungszeit der Venus um ihre Axe iſt beynahe ein ganzes Jahrhundert geſtritten worden, bis endlich dieſer Streit durch Herrn Schröter ziemlich entſcheidend zum Vortheil der Caſſini'ſchen Angabe, welche auch ſchon die meiſten Aſtronomen für die richtigſte gehalten hatten, beygelegt wurde.

Herr

n) Götting. gelehrte Anzeigen 1792. 86tes Stück. S. 857. u. f.

Herr Schröter °) hat jedoch dieſe Zeitperiode nicht, wie Caſſini, aus Beobachtung der Flecken, ſondern vielmehr aus den Geſtalten des ſüdlichen und nördlichen Horns geſchloſſen. Zu der Zeit, da die Venus von der Sonne am weiteſten entfernt iſt und entweder als Morgen= oder Abendſtern geſehen wird, und überdieß die Geſtalt des Mondes in ſeinen Vierteln hat, zeigen die beyden Hörner veränderliche Geſtalten, ungefähr nach 24 Stunden aber kommen immer die nämlichen Geſtalten wieder zum Vorſchein. Seine Beobachtungen fallen in den Zeitraum vom 11ten Dec. 1791. bis 11ten Jan. 1792. Das ſüdliche Horn erſchien von Zeit zu Zeit nicht, wie das nördliche, ſpitzig, ſondern beträchtlich abgerundet, und zeigte ſich auch mit einem einzelnen in der Nachtſeite erleuchteten Berggipfel. Nach etwa 2 Stunden verlor es ſeinen Schatten und ward wohl noch ſpitziger als das nördliche, und ſeine abgerundete Geſtalt erſchien täglich ungefähr eine gute halbe Stunde früher, welches auf eine Umwälzung von 23½ Stunden ſchließen ließ. Am 30. Dec. 1791. Morgens 8 Uhr erſchien das ſüdliche Horn genau eben ſo abgerundet, und mit einem iſolirt in der Nachtſeite erleuchteten Berggipfel, wie es zwey ganzer Jahre vorher, am 28ten Dec. 1789. Abends 5 Uhr, erſchienen war. Die um 731 Tage 15 Stunden von einander entfernten Beobachtungen geben genau 752 Umwälzungen, wenn jede zu 23 Stund. 20 Minut. 59,4 Sekund. angenommen wurde, wofür Herr Schröter 23 Stunden 21 Minuten annimmt, die auch mit mehreren Reſul-

taten

o) Cytheorographiſche Fragmente, oder Beobacht. über die ſehr beträchtlichen Gebirge und die Rotation der Venus. Erf. 1793. 4.

taten aus andern Zwiſchenzeiten bis auf eine Kleinigkeit übereintrifft.

Ueberdieß hatte Herr Schröter ſchon aus ſeinen erſten Beobachtungen geſchloſſen, daß der Aequator der Venus eine beträchtliche Neigung gegen die Ekliptik haben, und die Pole von den Hornſpitzen ziemlich entfernt liegen müſſen. Im Jahr 1793. hat ſich nicht allein durch mehrere und genauere Beobachtungen die Rotation der Venus beſtätigt, ſondern auch eine Libration der Venus ſich ergeben. Es zeigte ſich nämlich am 26ten Febr. das nördliche Ende der Erleuchtungsgrenze abgerundet, das ſüdliche hingegen mit einer deutlichen abgetheilten, etwas hervorragenden Spitze. Dieſes verlor ſich allmählig ſo, daß das ſüdliche Ende nach zwey Stunden eben ſo abgerundet erſchien, als das nördliche. Am folgenden Tage bemerkte er das nämliche etwa 40 Minuten früher. Bey andern Digreſſionen der Venus von der Sonne aber zeigte es ſich nicht, zum Beweiſe, daß nicht immer einerley Theile der Venusfläche bey ihrer Umdrehung in die ſichtbare Hälfte kommen.

Auch ſtellt Herr Schröter etwas einem Flecken ähnliches auf der Fläche der Venus dar, welches aber ſehr undeutlich begrenzt iſt. Aus den auf derſelben beobachteten abſtehenden Lichtpunkten aber hat er auf Höhen der Venusberge von 4,2 geographiſchen Meilen, und nachher von 5,6 geographiſchen Meilen oder 21360 Toiſen geſchloſſen.

Schon ſeit 1780. hat Herr Schröter, noch mit achromatiſchen Fernröhren, einen ſtarken Abfall des Lichts im Ab- und Zunehmen an der Venus bemerkt, und daraus auf eine Atmoſphäre derſelben geſchloſſen. Das Licht der ſichelförmigen Venus war der-

beſtändig am äußern Rande am ſtärkſten, fiel von da bis zur Lichtgrenze mehr ab, und ſchien unmittelbar an dieſer Grenze ſo ſchwach, daß es ſich gewöhnlich in einer matten bläulich grauen Farbe verlor. In der Folge fand er bey mehrerer Aufmerkſamkeit deutliche Kennzeichen einer Dämmerung, welche ſich, wenn man den Halbmeſſer der Venus = 834 geographiſche Meilen ſetzt, von der Erleuchtungsgrenze ſenkrecht über einen Flächenſtrich von 67 Meilen in die Nachtſeite erſtreckt. Daraus findet er den untern dichtern Theil der Venusatmoſphäre, von welchem dieſe Dämmerung herrührt, 2526 Toiſen hoch, jedoch mit der Unſicherheit, daß wir den Betrag der dortigen Strahlenbrechung nicht kennen, auch, wie bey der Erde, nicht wiſſen, ob die Dämmerung von einmaliger oder mehrmaliger Reflexion herrührt [p]).

In einem Aufſatze in den engliſchen Tranſactionen [q]) lehrt Herr Schröter die Methode, die Entfernung des Dämmerungskreiſes von der Lichtgrenze zu beſtimmen. Das Dämmerungslicht verliert ſich nämlich auf der Venus nur allmählig bis in Hornſpitzen, deren Sehne vom Venusrande weiter als um den Halbmeſſer abſteht; dieſe Sehne begrenzt die Projektion des Dämmerungskreiſes, und auf dieſe Art läßt es ſich begreifen, wie durch Sphärik die wahre Entfernung des letztern aus dem Verhältniſſe des beobachteten Abſtandes der Sehne zum ſcheinbaren Halbmeſſer gefunden werden könne. Herr Schröter giebt die Entfernung des Dämmerungskreiſes in den Transactionen $4^\circ\ 35'\ 34''$ bis $4^\circ\ 36'\ 28''$ an; die Vergrö-

ßerun-

p) Götting. gelehrte Anzeig. 1792. St. 77. u. 86.

q) Vol. LXXXII. Auch Götting. gelehrte Anzeig. 1793. S. 1058.

ßerungen waren aber nur ſchwach, auch hatte er nicht gerade die Zeitpunkte benutzt, in welchen die Dämmerung am ſtärkſten iſt, welches die nächſten Tage vor und nach der untern Conjunktion ſind.

Neuere Beobachtungen mit ſtärkern Vergrößerungen zur Zeit der untern Conjunktion am 2ten Jan. 1795. gaben die Entfernung des Dämmerungskreiſes größer. Am 17ten Dec. 1794. ward der ſcheinbare Durchmeſſer der Venus = 56″, die Entfernung der Sehne = 34″ gefunden; daraus findet ſich die Entfernung des Dämmerungskreiſes = 6° 33′ 50″. Herr Schröter bemerkt, daß man nur ſolche Beobachtungen vergleichen dürfe, welche mit einerley Werkzeuge und gleichen Vergrößerungen angeſtellt ſind. Das Reſultat von allen iſt, daß man im Durchſchnitt die Horizontalrefraction in der Venus etwa auf 30′ 34″ ſetzen könne.

Auch Herr Herſchel [r]) hat die größere Helligkeit der Venus gegen den äußern Rand wahrgenommen, und daraus auf eine dichte Atmoſphäre derſelben geſchloſſen, welche das Licht nach verſchiedenen Richtungen reflektire und breche.

Alle Beobachtungen, welche Herr Oberamtmann Schröter an der Venus gemacht hat, hat er in einem eigenen ſchönen Werke zuſammengetragen, welches den Titel führt: Aphroditographiſche Fragmente zur genaueren Kenntniß des Planeten Venus; ſammt beygefügter Beſchreibung des Lilienthaliſchen 27füßigen Teleſkops, mit praktiſchen Anmerkungen und Beobachtungen über die Größe der Schöpfung; mit 10 Kupfertaf. Helmſtädt 1796. 4.

Was

r) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXXIII. P. II.

Was den vermeinten Venusmond anbetrifft, ſo hat Lambert [s]) alles zuſammengetragen, was etwa für die Beobachtung eines ſolchen Trabanten dienen könnte, und daraus eine Theorie für ſeinen Lauf in Tafeln berechnet. Hieraus ſchien zu folgen, daß er den 1ten Jun. 1777. in der Sonnenſcheibe zu ſehen ſey. Allein man hat bis jezt nichts dergleichen wahrgenommen.

Die Größe der Maſſe der Venus hat man bisher noch nicht genau angeben können. Gewöhnlich hat man ſie etwas kleiner als unſere Erde angenommen; Herſchel giebt ſie aber etwas größer als unſere Erde an. In den Wiener Ephemeriden für 1794. findet ſich über die Maſſe der Venus eine ausführliche Abhandlung vom Herrn Triesnecker, in welcher dieſelbe nach einem Mittel aus mehreren Angaben = 1,0559 gegen die Maſſe der Erde = 1 geſezt wird. Nach la Place's Beſtimmungen aber wäre die Maſſe der Venus, gegen die Erde = 1 genommen, = 1,1616. Die Dichtigkeit der Venus ſezt de la Lande = 1,275, wenn die Dichtigkeit der Erde = 1 geſezt wird.

Ueber den Planeten Merkur ſind erſt in den neueſten Zeiten, beſonders von den Herren Vidal zu Mirepoix und Schröter in Lilienthal, die merkwürdigſten Beobachtungen angeſtellt worden. Erſterer hatte aus den ſeinigen ſchließen wollen, daß ſich Merkur in 16 oder 24 Stunden um ſeine Achſe drehe. Herr Schröter hat aber nähere Beobachtungen am Merkur angeſtellt, und daraus faſt apodiktiſch bewieſen:

1. daß

s) Mémoir. de l'Acad. de Pruſſe. 1733. Vom Trabanten der Venus, in den Berlin. Ephemeriden für 1777. Samml. S. 178. 1778. S. 116.

1. daß ſich Merkur, ſo wie unſere Erde, in 24 Stunden 0 Minut. einmal um ſeine Achſe drehe, und zwar bis höchſtens auf etliche Minuten völlig genau; 2. daß ſein Naturbau dem der Venus durchaus vollkommen ähnlich ſey, ſowohl in Abſicht des Körpers als der Atmoſphäre; 3. daß auch dieſer Planet ſeine höchſten Gebirge in der ſüdlichen Halbkugel habe, ſo wie unſere Erde, der Mond und die Venus; 4. daß das Verhältniß der Höhe ſeiner höchſten Gebirge zu ſeinem Durchmeſſer eher noch etwas größer, als das der Gebirgshöhen des Mondes und der Venus ſey.

Die Hauptbeobachtung, welche dieſen Sätzen zum Grunde liegt, iſt vom 26ten März 1800. Als Herr Schröter den Merkur in Anſehung ſeines atmoſphäriſchen Lichtabfalls beobachten wollte, ſtieß ihm die unerwartete Entdeckung auf, daß ihm bey ſehr heiterer Luft das ſüdliche Horn des Merkurs Abends um 7 Uhr eben ſo abgerundet ins Geſicht fiel, als zuweilen das ſüdliche der Venus; das nördliche Horn hingegen zeigte ſich mit einer hervortretenden ſcharfen Spitze. Am Abend des 27. März, um 6 Uhr 30 Minut., fand er das ſüdliche Horn wieder eben ſo, wie $23\frac{1}{2}$ Stunde vorher, aber nicht völlig ſo ſtark abgerundet. Um 7 Uhr 5 Minut. bis 25 Minut. hingegen erſchien es wieder völlig ſo ſtark, als Abends vorher um die nämliche Zeit, abgerundet, das nördliche hingegen wieder mit derſelben vortretenden Spitze. Dieß alles fand auch Herr Harding eben ſo gewiß und ſicher mit dem 7füßigen Reflektor, wie es Hr. Schröter mit dem 13füßigen geſehen hatte. Am 31ten März Nachmittags um 1 Uhr 6 Minut. ſahe Schröter mit dem 10füßigen Dollond von 4 Zoll Oeffnung in der Mittagsfläche den Merkur bey heiterer Luft im

ſchärfſten reinſten Bilde, an beyden Hörnern ſpitzig, aber am ſüdlichen nicht völlig ſo ſpitzig, ſondern am äußern Rande ein Paar Ungleichheiten, den Dörſelſchen Randgebirgen im Monde ähnlich. Des Abends war die Luft zu Beobachtungen untauglich, indeß ließ ſich doch zuweilen etwas von der gewöhnlichen Abrundung des ſüdlichen Horns bemerken. Den 1ten April, 30 Stunden nach jener Meridianbeobachtung, nämlich 7 Uhr 30 Minut., war aber bey guter Luft das ſüdliche Horn zum dritten mal wieder ganz ſo ſtark abgerundet, das nördliche aber ſpitzig. Herr Harding bemerkte in der Folge noch, daß die Abrundung während der Beobachtung wirklich zugenommen habe, und beym Schluſſe derſelben am ſtärkſten geweſen ſey.

Die Größe der Maſſe des Merkurs iſt bis jetzt eben ſo wenig genau beſtimmt, als die der Venus. Nach la Place macht die Maſſe des Merkurs $\frac{1}{2025810}$, und die der Erde $\frac{1}{329809}$ der Sonnenmaſſe aus, mithin wäre nach dieſer Beſtimmung die Maſſe des Merkurs etwa 6mal geringer als die Maſſe der Erde. De la Lande ſchätzt ſie 7mal geringer als die Maſſe der Erde, und hiernach wäre die Dichtigkeit des Merkurs doppelt ſo groß als die Dichtigkeit der Erde.

In Anſehung des Planeten Mars hat man ſchon längſt auf eine Umdrehung deſſelben um ſeine Axe geſchloſſen (Th. I. S. 494.). Nach la Place beträgt dieſe Umdrehungszeit 24 Stund. 1 Min. 38 Sek, und nach Herſchel iſt die Umdrehungsaxe gegen die Eklipſe tik unter dem Winkel 59° 42′ geneigt. Auch hat Hr. Herſchel gefunden, daß dieſe Umdrehungsbewegung dem Mars eine ſphäroidiſche Geſtalt gegeben hat, deren

ren Aequatorialdurchmeſſer ſich zur Axe wie 16 : 15 verhält. Ueberdem hat dieſer Planet nach Herſchel eine ſtarke, aber gemäßigte Atmoſphäre, ſo daß ſich deſſen Bewohner faſt in eben dem Zuſtande befinden, wie wir.

Nach la Place hat der Mars 5,6mal weniger Maſſe als die Erde; nach de la Lande's Beſtimmungen aber 5mal weniger, und ſeine Dichtigkeit wäre alſo etwas über $\frac{2}{3}$ von der der Erde.

Marstafeln hat le François la Lande berechnet, wobey der Irrthum nicht über etliche Sekunden geht. Auch von Oriani ſind Tafeln berechnet worden, welche ſich in den Mayländiſchen Ephemeriden befinden.

Die Streifen oder Banden des Planeten Jupiter hat Herr Schröter t) durch ein ſiebenfüßiges Herſchel'ſches Teleſkop mit 140- bis 210facher Vergrößerung beobachtet. Er hält ſie für abwechſelnde Verdickungen und Aufheiterungen in der Atmoſphäre des Jupiters, welche ſich aus einem beſtändigen Zuge in derſelben erklären laſſen. Ihre Umlaufsbewegung iſt veränderlich, und fällt zwiſchen die Grenzen von 7 Stunden 7 Minut., und 9 Stund. 56 Minut. Folglich iſt auch ihre Lage gegen die Oberfläche des Jupiters veränderlich, und ſie bewegen ſich ſchneller, wenn der Zug in der Atmoſphäre ſtärker iſt. Nach der Vermuthung des Herrn Herſchel u) ſind die dunkeln

t) Beyträge zu den neueſt. aſtronom. Entdeck. herausg. von Bode. Berlin 1788. 8.

u) Philoſ. Transact. for 1793. Vol. LXXXIII. P. II.

keln Streifen im Jupiter Theile der Oberfläche deſſelben ſelbſt, das Helle hingegen atmoſphäriſche Produkte. Nach la Place leiten die Veränderungen einiger auf dem Jupiter beobachteten Flecken, und die merklichen Unterſchiede in der Dauer der Umdrehungen, welche ſich aus ihren Bewegungen ergeben, auf die Vermuthung, daß ſie nicht an dem Jupiter ſelbſt haften. Vielmehr ſcheinen ſie ihm eben ſo viele Wolken zu ſeyn, welche die Winde in einer ſtark bewegten Atmoſphäre mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten forttreiben.

Sehr genaue Tafeln der Jupiterstrabanten hat de Lambre geliefert. Dieſe gründen ſich vorzüglich auf die allgemeine Theorie der Attraction, wobey nur die unentbehrlichſten Beſtimmungsſtücke von den Beobachtungen entlehnt ſind. Nach dem Urtheile des Herrn la Place haben dieſe Tafeln den Vorzug, ſich über alle Jahrhunderte zu erſtrecken, indem ſie dieſe Beſtimmungsſtücke in eben dem Maaße berichtigen, als ſie beſſer bekannt ſeyn werden. Um aber die Theorie, welche dieſen Tafeln zur Grundlage gedient hat, feſtzuſetzen, war es nöthig, die Maſſen der Trabanten und die Abplattung des Jupiters durch Näherung zu kennen. Fünf durch Beobachtung gegebene Stücke ſind nothwendig, um die fünf unbekannten zu finden. Die, von welchen la Place Gebrauch gemacht hat, ſind die zwey beträchtlichſten Ungleichheiten des erſten und zweyten Trabanten, die Periode der Veränderungen der Neigung der Bahn des zweyten Trabanten, die Mittelpunktsgleichung des dritten Trabanten, die ſich auf die Jupitersnähe des vierten bezieht; endlich die Bewegung dieſer Jupitersnähe. La Place hat hiernach die Maſſen der Tra-

ban-

banten, die Maſſe des Jupiters = 1 genommen, auf dieſe Art angegeben:

1ter Trabant — 0,0000172011
2ter Trabant — 0,0000237103
3ter Trabant — 0,0000872128
4ter Trabant — 0,0000544681

Von der Umwälzung des Saturns um ſeine Axe hat man lange Zeit nichts gewußt. Erſt im Jahr 1755. trug Kant [x]) eine Hypotheſe über die Entſtehung des Saturnsringes vor, wobey er die Umdrehungszeit des Ringes nach den Kepler'ſchen Regeln ſo berechnet hat, wie man die Umlaufszeit eines Trabanten aus ſeiner Entfernung ſucht, wenn die Umlaufszeit und die Entfernung eines andern Trabanten bekannt ſind. Er glaubte hieraus auf die Umwälzung des Saturns ſelbſt ſchließen zu können, indem er vorausſetzte, daß die Geſchwindigkeit im Innern des Ringes der Geſchwindigkeit im Aequator des Planeten gleich ſey. Und hiernach fand Kant die Zeit der Umwälzung des Saturns um ſeine Axe 6 Stunden 23 Minuten 53 Sekunden. Allein dieſe ganz willkührlichen Vorausſetzungen, welche ſich weder auf Beobachtungen noch auf irgend eine bekannte Theorie gründeten, konnten nichts Gewiſſes lehren. Herr Bugge [y]) in Kopenhagen berechnete die Umdrehungsgeſchwindigkeit des Saturns aus der beobachteten Abplattung. Aus einem Mittel von 120 Beobachtungen glaubte er das Verhältniß ſeiner Axe zum Durchmeſſer

x) Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels. Königsb. u. Leipz. 1755. 8.

y) Nye Samling af der kongel. Danſke Videnſkabers Selkabs Skrifter Th. IV. H. 2. N. 4. und in Bode'ns aſtronom. Jahrbuch für 1789.

meſſer des Aequators, wie 100:148 oder faſt wie 2:3 ſetzen zu können, und berechnete daraus die Umdrehungszeit auf 6 Stunden, oder nach einem Durchſchnitte aus mehreren auf verſchiedene Art geſuchten Reſultaten 6 Stunden 5 Minuten 5 Sekunden, welches mit der Kant'ſchen Berechnung eine große Uebereinſtimmung war. Weil ſich dieſe Berechnung auf keine willkührliche Vorausſetzung, wie die Kant'ſche, gründete, ſo glaubte man in Kant's Angabe eine Vorherſagung zu erblicken, welche ſich nach mehr als 30 Jahren durch Beobachtung beſtätigt habe. Aus einer ganz andern Beobachtung aber, wornach man das Verhältniß der Axe zum Durchmeſſer des Aequators wie 15,855 : 18,12 gefunden hatte, gab Henry Uſher [z]) die Umlaufszeit des Saturns ganz anders an. Nach den Angaben Newton's in ſeinen Principien fand er ſie 10 Stunden 12 Minuten 30 Sekund., und nach der Dichtigkeit des Saturns, durch eine Angabe des de la Lande, 10 Stund. 44 Minut. 30 Sek. Aus noch einer andern Beobachtung Herſchel's vom 14ten Sept. 1789., nach welcher ſich die Axe des Saturns zum Durchmeſſer ſeines Aequators wie 20,61 : 22,81 oder beynahe wie 10 : 11 verhält, fand Herr Wildt [a]) in Göttingen die Umdrehungszeit des Saturns nach Newton's Angaben 11 Stunden 17 Minuten 8 Sekund. und nach Klügel's Verhältniß der Erddurchmeſſer 12 Stund. 31 Minut. 20 Sek. Aus noch andern Beobachtungen des Herrn Calandrello zu Rom vom Auguſt bis Dec. 1789., nach welchen der

z) Tranſact. of the Royal Iriſh Academy for 1789.

a) De rotatione annuli ſaturni comment. pars prior. Hanov. 1795. 4. §. 20.

der Durchmeſſer des Aequators 16″,1, und die Axe 13″,3 ſich ergaben, würde die Umdrehungszeit des Saturns um ſeine Axe 11 Stunden 39 Minut. folgen [b]). Aus alle dieſem erhellt, daß aus den Beobachtungen über die Abplattung des Saturns keine ſichern Data hergenommen werden können, um daraus über die Umdrehung etwas ſicheres zu beſtimmen. Daher dieſe Beobachtungen Kant's Vermuthung im Grunde weder beſtätigen noch widerlegen.

Endlich aber entdeckte Herr Herſchel, welcher ſchon zuvor auf dem Saturn Streifen, wie die auf dem Jupiter, wahrgenommen hatte, aus deren Bewegung ſich eine Rotation nach eben der Richtung, wie bey den übrigen, ſchließen ließ, die Umdrehungsbewegung dieſes Planeten durch unmittelbare Beobachtungen. Er fand nämlich die Dauer dieſer Umdrehung nach einer ſehr guten Beobachtung 10 Stund. 16 Minut. 0,32 Sekund. Die Anzahl der Streifen auf der Oberfläche betrug nach ſeinen nachherigen Beobachtungen fünf; ſie ſchienen mit dem Aequator dieſes Planeten beynahe parallel zu ſeyn.

Den bewundernswürdigen Ring des Saturns hat man bis auf die neueſten Zeiten beſtändig für einfach gehalten, wiewohl bereits der ältere Caſſini, Short und Hadley auf der Fläche des Saturnsringes einen oder mehrere Streifen wahrnahmen. Herr Herſchel beobachtete endlich eine dunkele Zone auf der Nordſeite des Ringes 10 Jahre lang, und vermuthete ſchon in den Tranſactionen für 1790., daß dieſe dunkle Zone nichts weiter, als eine beſtändig bleiben-

de

b) Ephemerides aſtron. an. 1795. a Franc. de Paula Trieſnecker et Joh. Burg ſupputatae. Vienn. 1794. 8. append. n. I.

de Durchſicht zwiſchen zwey Ringen ſey. Zugleich ſchloß er aus hellen Flecken, welche er auf dem Ringe wahrnahm, auf eine Umdrehnug deſſelben in 10 Stund. 32 Minut. 15,4 Sekunden. Dieſe Muthmaßung, daß der bisher angenommene einfache Ring wirklich in zwey Ringe geſpalten ſey, war ihm aus den ſeit dem Aug. 1779. gemachten Beobachtungen der ſüdlichen Ringfläche noch wahrſcheinlicher e). Er ſahe wiederhohlt und mit verſchiedenen Vergrößerungen beſtändig die dunkle Zone, welche auf beyden Seiten gleich breit war, und ſich auf jeder Hälfte des Ringes bis nahe an den Saturn verfolgen ließ; mit 600facher Vergrößerung etwa bis dahin, wo eine auf dem längſten Durchmeſſer des Ringes ſenkrechte Linie den dunkeln Raum zwiſchen Saturn und Ring zur Hälfte theilt. Herr Herſchel glaubt hieraus ſchließen zu können, Saturn beſitze zwey concentriſche Ringe von ungleicher Größe und Breite, welche ſehr wahrſcheinlich gegen ſeinen Aequator ſich neigen. Für die Theilung des gewöhnlich als einfach betrachteten Saturnusringes führt er vorzüglich dieſe Urſache an, daß bey der Dünne und außerordentlichen Breite des Ringes, wenn er ungetheilt wäre, faſt ein Wunder dazu gehörte, ihm Feſtigkeit genug zu geben, damit er bey der Umwälzung immer ganz bliebe; da ſich hingegen beym getheilten Zuſtande eine verſchiedene Umdrehung jedes Theils denken laſſe, welche ſeiner Bildung und Feſtigkeit angemeſſen ſey.

Die Angaben der Größen beyder Ringe und ihres Zwiſchenraums ſind dieſe:

Inne-

e) On the Ring of Saturn and the Rotation af the fifth Satellite upon its axis in Philoſ. Tranſact. Vol. LXXXII. im Auszuge in Bode aſtronom. Jahrb. für 1796. imgl. im Gothaiſchen Magaz. B. IX. St. 4. S. 50. f.

Innerer Durchmeſſer des kleinſten Ringes	5900	Theile
Aeußerer - - - - -	7510	—
Innerer Durchmeſſer des größten Ringes	7740	—
Aeußerer - - - - -	8300	—
Breite des innern Ringes - -	805	—
Breite des Zwiſchenraums - -	115	—
Breite des äußern Ringes - -	280	—

Hiernach iſt alſo die ganze Breite des bisher als einfach betrachteten Ringes 1200 Theilen gleich, mithin beträgt die Breite der Oeffnung zwiſchen beyden Ringen noch nicht den 10ten Theil derſelben. Vergleichungen dieſer Angaben mit den Pound'ſchen, und Muthmaßungen über die Größe der hier angenommenen Theile findet man bey Käſtner [d]).

Herr Herſchel ſetzt den ſcheinbaren Durchmeſſer des ganzen Ringes, in der mittleren Entfernung von der Sonne geſehen, nach einem Mittel aus mehreren Meſſungen auf 46″,677. Hieraus berechnet Herr Wildt, mit Herſchels Beobachtung des Sonnendurchmeſſers verglichen, das Verhältniß beyder wie 2,16 : 1. Den ganzen Durchmeſſer des Ringes findet Herr Herſchel beynahe 26mal größer, als den Durchmeſſer der Erde, und ſeine ſcheinbare Größe, in der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne geſehen, $7\frac{1}{4}$ Minuten oder $\frac{1}{4}$ des Sonnendurchmeſſers.

Da die Dicke des Saturnusringes, welcher nach Herſcheln aus zwey concentriſchen Ringen gebildet wird, ſo ſehr gering iſt, ſo entſteht die phyſiſche Frage, durch welchen Mechanismus erhalten ſich die-

ſe

d) Aſtronomie, 4te Aufl. Gštting. 1792. nach der Vorrede. S. XIV. XV.

ſe beyden Ringe um den Saturn? Herr la Place beantwortet dieſe Frage ſo: es iſt nicht wahrſcheinlich, daß dieß durchs bloße Anhängen ihrer Elemente geſchehe; denn alsdann würden ihre dem Saturn nahe liegenden Theile, da ſie durch die immer wiederholte Wirkung der Schwere getrieben werden, ſich auf die Länge von den Ringen ablöſen, welche durch eine unmerkliche Abnahme endlich vernichtet werden würden, ſo wie alle Werke der Natur, welche nicht hinreichende Kräfte hatten, um der Einwirkung fremder Urſachen zu widerſtehen.

Dieſe Ringe erhalten ſich alſo ohne ein beſonderes Beſtreben und durch die bloßen Geſetze des Gleichgewichts. Zu dieſem Ende muß man ihnen eine Umdrehungsbewegung um eine auf ihrer Ebene lothrechte und durch Saturns Mittelpunkt gehende Axe beylegen, damit ihre Schwere gegen den Saturn durch ihre von dieſer Bewegung herrührende Centrifugalkraft im Gleichgewichte erhalten wird.

Man ſtelle ſich alſo eine in Geſtalt des Ringes um den Saturn verbreitete gleichartige Flüſſigkeit vor, und erforſche, was ſie für eine Figur haben müſſe, damit ſie vermöge der wechſelſeitigen Anziehung ihrer Elemente, vermöge ihrer Schwere gegen den Saturn und ihrer Centrifugalkraft im Gleichgewichte ſey. Wenn man durch des Planeten Mittelpunkt eine auf der Ebene des Ringes lothrechte Ebene legt, ſo entſteht ein Durchſchnitt der Ebene, welche la Place die erzeugende Curve nennt. Nun hat la Place mit Hülfe der Analyſe gefunden, daß, wenn die Dicke des Ringes in Vergleichung mit ſeiner Entfernung von Saturn's Mittelpunkte nicht beträchtlich iſt, das Gleichgewicht der Flüſſigkeit möglich iſt,

wenn

wenn die erzeugende Curve eine Ellipſe iſt, deren groſ-ße Axe gegen des Planeten Mittelpunkt gerichtet iſt. Die Umdrehungszeit des Ringes iſt ungefähr die nämliche, wie die Umlaufszeit eines Trabanten, welcher ſich in der Entfernung des Mittelpunkts der erzeugenden Ellipſe kreisförmig bewegt, und dieſe Zeit iſt ohngefähr $4\frac{1}{3}$ Stunde für den innern Ring.

Das Gleichgewicht der Flüſſigkeit würde noch beſtehen, wenn man die Größe und Lage der erzeugenden Ellipſe durch den ganzen Umfang des Ringes veränderlich ſetzte, wofern dieſe Veränderungen nur erſt in viel größern Entfernungen, als die Axe des erzeugenden Durchſchnitts iſt, merklich wären.

Man kann alſo annehmen, der Ring habe in ſeinen verſchiedenen Theilen eine ungleiche Dicke, ja man kann ſogar ſetzen, er habe eine doppelte Krümmung. Dieſe Ungleichheiten werden durch die Phänomene des Erſcheinens und Verſchwindens des Ringes, die bey den beyden Armen deſſelben verſchieden waren, angezeigt; ſie ſind ſogar nothwendig, um den Ring im Gleichgewichte um den Planeten zu erhalten; denn wenn er in allen ſeinen Theilen vollkommen ähnlich wäre, ſo würde ſein Gleichgewicht durch die geringſte Kraft, z. B. durch die Attraction eines Trabanten, geſtört werden, und der Ring würde ſich endlich auf den Planeten ſtürzen.

Die den Saturn umgebenden Ringe ſind alſo unregelmäßige feſte Körper von ungleicher Dicke in verſchiedenen Punkten ihres Umfanges, ſo daß ihre Schwerpunkte mit den Mittelpunkten ihrer Figur nicht zuſammenfallen. Dieſe Schwerpunkte können als eben ſo viele Trabanten betrachtet werden, die ſich um Saturns Mittelpunkt in Entfernungen bewegen, wel-

che

che von den Ungleichheiten der Ringe abhangen, und mit Winkelgeſchwindigkeiten, die den Geſchwindigkeiten der Umdrehung ihrer zugehörigen Ringe gleich ſind.

Begreiflich müſſen dieſe Ringe, welche durch ihre eigene Wechſelwirkung, durch die Wirkung der Sonne und Saturnustrabanten getrieben werden, ſich um den Mittelpunkt dieſes Planeten ſchwingen, und ihre Knoten mit der Ebene der Bahn des Planeten müſſen rückläufige Bewegungen haben. Man könnte glauben, daß ſie aufhören müßten, in der nämlichen Ebene zu ſeyn, weil ſie unter der Einwirkung verſchiedener Kräfte ſtehen; aber, da Saturn eine ſchnelle Umdrehungsbewegung hat, und die Ebene ſeines Aequators mit der des Ringes und der ſechs erſten Trabanten einerley iſt, ſo erhält ſeine Wirkung das Syſtem dieſer verſchiedenen Körper in dieſer Ebene. Die Wirkung der Sonne und des ſiebenten Trabanten verurſacht bloß eine Veränderung in der Lage der Aequatorsebene des Saturns, welcher bey dieſer Bewegung die Ringe, und die Bahnen der ſechs erſten Trabanten durch einen Mechanismus fortführt, der demjenigen ähnlich iſt, welcher die Bahnen der Jupiterstrabanten, und hauptſächlich die des erſten, ungefähr in der Aequatorsebene dieſes Planeten erhält.

Die von Herſchel aus Beobachtungen abgeleitete Rotationsperiode des Ringes von 10 Stunden 32 Minuten 15 Sekunden, und die von la Place nach der Theorie gefundene von ohngefähr 10 Stunden hat ſich durch Beobachtungen der Herren Schröter und Harding nicht beſtätigt. Dieſe entdeckten nämlich knotenartige Lichtflecken, ſowohl in der weſtlichen, als auch nachher in der öſtlichen Ringfläche, woraus ſie ſchloſſen, daß der Ring entweder in 24, 12 und

8 Stun-

8 Stunden eine Rotation vollenden, oder wie ſich faſt bis zur völligen Ueberzeugung ergeben hat, dieſer Ring wohl gar nicht rotiren dürfte. Eine ausführliche Anzeige der Beobachtung ſelbſt ſteht in den Götting. gelehrt. Anzeig. St. 33. 1803. Demnach bildet der Ring über jeden Punkt des Saturnäquators ein völlig feſtſtehendes Himmelsgewölbe, welches in einen ganzen Kreis geſchloſſen mit der Saturnkugel durch bekannte Naturkräfte um die Sonne geführt wird. Aus andern Anſichten der einzelnen Seiten der Ringfläche, mit frühern ſeit einem halben Umlauf des Saturns verglichen, ſcheint noch der alternative Satz zu folgen: entweder rotirt der Ring gar nicht, oder er rotirt während des 30jährigen Umlaufs des Saturns, allen uns näher bekannten Trabanten gewiſſer Maaßen ähnlich, einmal; ſo daß die Sache noch nähere Unterſuchungen und umſtändliche Vergleichung der ältern und neuern Beobachtungen über die ſüdliche und nördliche erleuchtete Ringfläche erfordert.

Daß Saturn mit einer wirklichen Atmoſphäre verſehen ſey, ſchließt Herr Herſchel e) aus den Veränderungen der Streifen dieſes Planeten. Dieſe Vermuthung beſtätigt ſich noch dadurch, daß ſeine Trabanten, wenn ſie hinter ihm treten, lange an der Scheibe zu hangen ſcheinen, ehe ſie verſchwinden, bey welcher Erſcheinung, wenn man auch etwas davon der Beugung des Lichts zuſchreiben wollte, doch auch Refraktion in dem Medium der Atmoſphäre mitwirken müſſe. Nun bemerkt Herr la Place, daß die Atmoſphäre ſich um den Aequator nur ſo weit ausdehnen könne, bis die Centrifugalkraft der Schwere genau

e) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXX. art. 1.

genau das Gleichgewicht halte, weil die Atmoſphäre bloß durch ihre Schwere gegen den Planeten zurückgehalten werden kann. Der Punkt, wo die Centrifugalkraft der Schwere das Gleichgewicht hält, iſt dem Körper um ſo viel näher, je ſchneller die Umdrehungsbewegung iſt. Stellt man ſich nun vor, daß die Atmoſphäre ſich bis an dieſe Grenze erſtrecke, und daß ſie ſofort ſich zuſammenziehe und durch die Erkältung an der Oberfläche des Körpers verdichte, ſo wird die Umdrehungsbewegung immer ſchneller werden, und die äußerſte Grenze der Atmoſphäre wird ſich ohne Unterbrechung dem Mittelpunkte nähern. Die Atmoſphäre wird alſo allmählig in der Ebene ihres Aequators flüſſige Zonen abſetzen, welche fortfahren werden, um den Körper zu laufen, weil ihre Centrifugalkraft ihrer Schwere gleich iſt; da aber dieſe Gleichheit bey den von dem Aequator entfernten Elementen der Atmoſphäre nicht ſtatt findet, ſo werden dieſe nicht aufhören, ihr anzugehören. So ſcheint nach Herrn la Place der Saturnusring entſtanden zu ſeyn.

Bisher waren fünf Trabanten des Saturns bekannt; Herſchel entdeckte aber durch ſein 40füßiges Spiegelteleſkop noch zwey Monde des Saturns, nämlich den einen am 18ten Aug. 1789, und den andern am 17ten September darauf. Dieſe beyden ſtehen zunächſt am Saturn. Herr Herſchel hat von ihnen in den philoſophiſchen Tranſactionen [f]) Nachricht ertheilt, wo auch Tafeln für alle ſieben Trabanten mit einer ſehr großen Zeichnung von 6 Bahnen vorkommen. Damit nun die Ordnung nicht geſtört werden möge, in welcher man ſie bisher gezählt hat, nennt

f) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXX. art. 23.

nennt er die beyden neuen den ſechſten und den ſieben=ten, ſo daß der ſiebente der innerſte iſt.

Bey dem fünften Trabanten hatte man beſonders wahrgenommen, daß das Licht deſſelben, wenn er auf der Morgenſeite des Saturns ſteht, ſo ſchwach wird, daß es ſchwer hält, ihn gewahr zu werden. Schon Huygens vermuthete, daß dieſe Erſcheinung von den Flecken herrühre, welche die Halbkugel, die er uns zuwendet, bedecken. Herr Herſchel [g]) hat endlich durch direkte Beobachtungen der Flecken gefun=den, daß dieſe Erſcheinung daher rühre, weil ſich dieſer Trabant, wie der Mond unſerer Erde, in ei=ner Zeit, die der ſeines Umlaufs um den Saturn gleich iſt, um ſich ſelbſt drehe.

In den neuern Zeiten ſind außer den längſt be=kannten fünf Planeten noch einige andere entdeckt worden, eine Folge der großen Vollkommenheit der Teleſkope. Herr Herſchel war im Jahre 1781 mit Beobachtung der Fixſterne durch ſeine Teleſkope be=ſchäftigt, als er endlich am 13ten März durch ſein ſiebenfüßiges Newtonſches Teleſkop einen kleinen Stern zwiſchen den Hörnern des Stiers und den Fü=ßen der Zwillinge gewahr ward, welcher bey 227facher Vergrößerung merklich größer war, als die benachbar=ten, mit bloßen Augen gleich groß ausſehenden Ster=ne, und welcher ſchon einen kenntlichen Durchmeſſer zu haben ſchien. Mit 460= und 932facher Vergrö=ßerung zeigte er eine merkliche Scheibengeſtalt. Nun=mehr beſtimmte er mittelſt eines Mikrometers die Stel=lung deſſelben gegen die benachbarten Sterne [h]); und bemerk=

g) Philoſ. Tranſ. Vol. LXXXI. LXXXII.

h) Ibid. for 1781. Vol. LXXI. P. I.

bemerkte eine Veränderung ſeiner Lage, wodurch er ſich noch mehr von den Fixſternen auszeichnete. Anfänglich hielt ihn zwar Herr Herſchel für einen Kometen; allein der gänzliche Mangel eines Nebels oder eines Schweifes, und ſein nach einigen Tagen entdeckter regelmäßiger Lauf, ließ ihm bald vermuthen, daß es ein bisher unbekannter Planet ſeyn möge. Am 14ten März ſtand er gerade in der Quadratur mit der Sonne, welche ihm nun täglich näher kam. Zu dieſer Zeit gieng er rechtläufig, und beynahe parallel mit der Ekliptik, in 24 Stunden nur um $\frac{3}{4}$ Minuten fort; ſein Lauf ward aber immer ſchneller, je näher ihm die Sonne kam, gerade ſo, wie es der Theorie der Planeten gemäß iſt.

Nachdem Herr Herſchel der königlichen Societät Nachricht davon ertheilt hatte, fand endlich auch D. Maſkelyne, wiewohl mit einiger Mühe, dieſen Stern am 17ten März, und er fieng am 1ten April an, die Beobachtungen deſſelben fortzuſetzen. Dieſe Entdeckung meldete er Hrn. Meſſier in Paris, welcher am 16ten April den Stern zu beobachten anfieng.

Hievon wurde Herr Bode in Berlin im Monat May benachrichtigt; aber wegen der ſchon eintretenden langen Abenddämmerung konnte man ihn hier nicht mehr ſehen, ob ihn gleich die Mayländiſchen Aſtronomen zu Piſa noch in dem Monat May fanden. Indeſſen ließ ſich doch ſchließen, daß er am 19ten Juni zur Sonne kommen, und etwa im Julius in der Morgendämmerung wieder ſichtbar werden müßte.

In Paris ward er wirklich ſchon am 18ten Juli wieder geſehen, indem daſelbſt die Morgendämmerung etwas ſpäter, als bey uns, anbricht. Endlich

fand ihn Herr Bode am 1ten Auguſt, und von dieſer Zeit an wurde er von mehreren Aſtronomen ununterbrochen beobachtet. Am 25ten Sept. ſahe man ihn wieder in Quadratur mit der Sonne kommen, und gleich darauf ſeinen Stillſtand und Rückgang machen, welcher immer ſchneller erfolgte und am 22ten Dec., wo er mit der Sonne im Gegenſchein war, täglich $2\frac{1}{2}$ Minute ausmachte, wobey ſeine nördliche Breite immer größer ward.

Gleich bey der Entdeckung dieſes Sterns hielten ihn die engliſchen Aſtronomen für einen Planeten; die franzöſiſchen hingegen glaubten, daß er ein Komet ſey. Die ununterbrochen fortgeſetzten Beobachtungen ſeines Laufs aber ſetzten es noch im Jahre 1781 außer allem Zweifel, daß er ein wirklicher Planet ſey, der jenſeits der Saturnusbahn in einer Ellipſe um die Sonne laufe, und uns beſtändig ſichtbar bleiben werde. Aus den Erſcheinungen ſeines Laufs berechnete man, daß er 18 bis 19 mal weiter von der Sonne entfernt ſey, als unſere Erde, und folglich nach den Kepler'ſchen Regeln ſeinen Umlauf erſt in 80 bis 90 Jahren vollende.

Herſchel ward für dieſe ſeine Entdeckung, wie es die Engländer gewohnt ſind, reichlich belohnt. Uebrigens erſcheint dieſer Planet als ein kleiner Stern von ſechſter Größe, den bloßen Augen kaum ſichtbar. Indeſſen hat ihn doch Herr Herſchel mehrmals bey heiterer Luft mit bloßen Augen geſehen [i]). Herr Bode ſahe ihn ohne Mühe durch ein Nachtfernrohr von 9 Zoll Länge, maß auch einige mal durch einen Lambert's

i) Philoſ. Tranſact. for 1783. Vol. LXXIII. P. I. n. I.

bert'ſchen Sternausmeſſer von 12 Zoll Länge ſeine Entfernung von benachbarten Fixſternen, und bemerkt, daß einige ſeiner Freunde ſelbigen bey recht heiterer Luft auch ohne Fernrohr gefunden hätten, wenn er ihnen ſeine Stelle nur genau angegeben habe.

Man hat hiebey ſonderbar gefragt, warum man dieſen Planeten nicht eher und gerade jetzt erſt beobachtet habe? bloß um zweifelhaft zu machen, ob dieſer Stern jederzeit am Himmel geſtanden habe, und ob er nicht vielmehr eine kometenähnliche, bloß periodiſche Erſcheinung ſey. Dadurch ward Herr Bode veranlaßt, in den Fixſternverzeichniſſen nachzuſehen, ob nicht vielleicht bey den darin bemerkten kleinen Sternen Angaben vorkämen, welche auf den damaligen Stand des für einen Fixſtern gehaltenen neuen Planeten Bezug haben möchten. Zuerſt verfiel er auf den Stern 27 ♉ in Tycho's Verzeichniſſe, von welchem ſchon Hevel 1650 bemerkt, daß er nicht mehr daſelbſt am Himmel befindlich ſey. Aus der Geſchwindigkeit des neuen Planeten ließ ſich vermuthen, daß derſelbe um 1589, da Tycho dieſe Gegend beobachtete, hier müſſe geſtanden haben [k]); daher dieſer Tycho'ſche Stern vielleicht der gegenwärtige neue Planet ſeyn könnte. Allein dieſe Muthmaßung hat ſich nicht beſtätigt.

Dagegen fand Herr Bode den 964ſten Stern in Mayer's Zodiakalverzeichniſſe [l]), welcher beym Waſſerguß des Waſſermanns öſtlich vom Sterne φ ſtehen ſollte, ſeines ſorgfältigen Suchens ungeachtet im Auguſt 1781 nicht am Himmel. Gerade in der dor-

k) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1784 und 1786.

l) *Tob. Mayeri* opp. inedit. Vol. I. p. 72.

dortigen Gegend aber mußte der neue Planet um 1756 ſeinen Stand gehabt haben. Auch hat Mayer im Sternverzeichniſſe angegeben, daß er die Stelle dieſes Sterns nur nach einer einzigen Beobachtung beſtimmt habe, und dieſe Beobachtung war, wie Lichtenberg in den Mayer'ſchen Manuſcripten fand, am 25ten Sept. 1756 gemacht. Seine Vermuthung, daß der neue Stern wirklich der von Mayer beobachtete seyn möge, beſtätigte er in ſeinem Jahrbuche von 1785; nachher gab er Tafeln für dieſen neuen Planeten nach den Formeln des Herrn la Place, welche auf Herrn Mechain's Beobachtungen gegründet waren. Auch mit Berechnungen nach dieſen Formeln ſtimmte Mayer's Angabe überein.

Eben dieſes vermuthete auch Herr Bode ſeit dem Jahre 1784 von Flamſtead's Stern im Stier, zwiſchen dem Siebengeſtirn und den Hyaden, von ſechſter Größe, den er ebenfalls am Himmel nicht finden konnte. Damals waren die Elemente der Bahn dieſes neuen Planeten ſchon von mehreren Aſtronomen etwas beſtimmter angegeben, und dieſe gaben ihm für das Ende des Jahrs 1690 eben diejenige Stelle, welche Flamſtead dem angeführten Stern des Stiers zuſchreibt. Da nun Flamſtead's Beobachtung m) am 13ten Dec. alten und 23ten Dec. neuen Styls des Jahrs 1690 gemacht iſt, ſo litt es keinen Zweifel, daß auch dieſer vermeinte Fixſtern kein anderer, als der neue Planet geweſen ſey. Man verdankt alſo Herrn Bode die Entdeckung älterer Beobachtungen dieſes Planeten, freylich nicht als Planeten, und dadurch Gründe zu ſicherer und genauerer Kenntniß ſeiner Bahn und Bewegung.

Auch

m) Hiſtoria coeleſtis Britann. T. II. p. 86.

Auch die franzöſiſchen Aſtronomen fanden Flamſtead's Angabe mit den fortgeſetzten neuern Beobachtungen übereinſtimmend; und ihre gegen die Wahrnehmung des Mayer'ſchen Sterns geäußerten Zweifel zerſtreueten ſich völlig, nachdem Herr Lichtenberg die vollſtändigen Angaben aus den Mayer'ſchen Manuſkripten dem Herrn de la Lande im Jahr 1789. bekannt gemacht hatte. Um eben dieſe Zeit fand man auch, daß le Monnier den neuen Planeten in den Jahren 1763. und 1769. geſehen, und ihn ebenfalls für einen Fixſtern gehalten habe. Daraus iſt alſo klar, daß dieſer neue Planet zwar ſchon von Flamſtead im Jahr 1690., von Mayer im Jahr 1756. und von le Monnier in den Jahren 1763. und 1769. geſehen, aber von Herſchel im Jahr 1781. zuerſt als Planet entdeckt worden iſt.

Die erſten Unterſuchungen über die muthmaßliche Bahn dieſes Planeten ſtellten die Herren Bode, Lexell [n]), Hennert [o]) und Mechain [p]) an. Hieraus hat Herr de Lambre [q]) Elemente der Bahn dieſes Planeten, jedoch ohne auf die Störungen deſſelben durch Jupiter und Saturn Rückſicht zu nehmen, berechnet, welche vom Herrn de la Lande nach Göttingen und von da aus nach Gotha an den Herrn von Zach überſendet wurden, nach deſſen ausführlicher Berechnung ſie für alle Oppoſitionen dieſes Planeten von 1781. bis 1788. ſehr gut zutref-

fen,

n) Recherche ſur la nouvelle planète, découverte par M. *Herſchel.* à St. Petersb. 1784. 4.

o) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1786. S. 223.

p) Ebendaſ. S. 231. f.

q) Götting. gel. Anzeig. 1789. 199 Stück. imgl. Goth. gelehrte Zeit. 1789. Beylage zum 101ſten Stück.

ſen, und nicht über 27 Sekunden, für die von 1789. aber um 55½ Sekunde, abweichen, woraus Herr von Zach ſchließt, daß ſie unter den bisherigen die genaueſten ſind, aber wegen der Störungen durch Jupiter und Saturn bald einer neuen Verbeſſerung bedürfen möchten. Tafeln von Herrn de Lambre für dieſen Planeten finden ſich in der neueſten Ausgabe von de la Lande's Aſtronomie. Beſonders aber zeichnen ſich die Tafeln von Herrn Wurm in Nürtingen aus[r]). Die heliocentriſchen Tafeln ſind von de Lambre (Herr de la Lande hat ſie Herrn Wurm mitgetheilt); die geocentriſchen aber hatte Herr Wurm ſchon vor dieſer Mittheilung berechnet. Sie laſſen ſich auch bey andern Elementen der Bahn, als die Herr de la Lande angenommen hat, gebrauchen. Endlich hat auch Herr Klügel[s]) einige Betrachtungen über die Störungen dieſes Planeten durch Jupiter und Saturn angeſtellt.

Vorſchläge zu Benennungen und Bezeichnungen dieſes Planeten ſind ſehr vielfältig gethan worden. Herr Bode ſchlug den Nahmen des Vaters vom Saturn und Atlas, Uranus, vor, welcher auch in Deutſchland, Rußland, Dänemark und Italien von allen Aſtronomen angenommen iſt; Herſchel nannte ihn ſidus Georgicum, was noch jetzt in England gebräuchlich iſt, und die Franzoſen haben ihn mit dem Nahmen Herſchel belegt. Außerdem ſchlug der P. Hell noch den Nahmen Urania vor. Unter dieſen

Benen=

r) Geſchichte des neuen Planeten Uranus ſammt Tafeln für deſſen heliocentriſchen und geocentriſchen Ort, herausgeg. und berechnet von Wurm. Gotha 1791. 8.

s) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1803.

Benennungen werden ſeine Stellen in Herrn Bode's Jahrbuche, der Connoiſſ. de tems, und den Wiener Ephemeriden angegeben.

Nach dieſer Zeit hat auch Herr Herſchel durch ſein 20füßiges Teleſkop gefunden, daß der Planet Uranus von zwey Trabanten oder Monden begleitet werde, welche ſich beynahe in kreisförmigen und auf der Ebene der Ekliptik faſt lothrechten Bahnen bewegen. Er ſahe dieſe Trabanten zuerſt am 11ten Jan. 1787. Am 7ten Febr. verfolgte er den einen von 8 Uhr Abends bis 8 Uhr Morgens, ſahe ihn 9 Stunden lang ſeinen Hauptplaneten getreu begleiten, und einen Theil ſeiner Bahn beſchreiben. Schon am 15ten Febr. war es ihm möglich, hievon mit der Beſtimmung der Umlaufszeiten der königlichen Societät zu London Nachricht zu ertheilen. Die Umlaufszeiten mit den ſcheinbaren größten Entfernungen vom Uranus ſind nach ihm folgende:

	Umlaufszeit.					Entfernung.
für den innerſten	8 Tag.	17 St.	1 Min.	19,3 Sek.	-	33″,09
für den äußern	13 -	11 -	5 -	15 -	-	44″,23

Uebrigens ſchätzt er dieſe Körper nicht viel kleiner als die Jupitersmonde.

Im Jahr 1801. entdeckte ferner Herr Piazzi zu Palermo einen neuen Planeten. Wollaſton hatte nämlich in ſeinem Sternverzeichniſſe einen Stern No. 87. beym Mayer angeführt, welcher aber nicht in dem Zodiakalverzeichniſſe dieſes Aſtronomen vorkommt. Piazzi war mit Nachſuchung dieſes Sterns beſchäftigt, und dabey fand er dieſen Planeten, den er anfänglich für einen Kometen hielt. Herr Bode hatte indeſſen gefunden, daß Wollaſton in ſeinem Verzeichniſſe, ſtatt de la

Caille,

Caille, Mayer geſetzt hatte; denn in dem Zodiakal-Sternverzeichniſſe des Herrn de la Caille ſteht wirklich der Stern unter No. 87. Demnach hatte ein Schreibfehler in Wollaſton's Verzeichniß dieſe Entdeckung des Herrn Piazzi veranlaßt. Dieſer Planet ſtand am 1ten Jan. 1801. nahe ſüdweſtl. bey No. 87. de la Caille.

Herr Piazzi fand dieſen Planeten ſehr klein, indem er einem Stern von 8ter Größe gleicht, ohne einen merklichen Nebel. Er machte dieſe ſeine Entdeckung ſogleich in öffentlichen Blättern bekannt, und gab beſonders dem Herrn Bode in Berlin noch nähere Anzeigen von dieſem vermeinten Kometen. Dieſer kam aber ſogleich auf den Gedanken: dieſer ſo langſam ſich rück- und vorwärts bewegende kleine Stern ohne merklichen Nebel ſey wohl kein Komet, ſondern wahrſcheinlich der ſchon ſeit 30 Jahren auch von ihm angekündigte, zwiſchen Mars und Jupiter befindliche, achte Hauptplanet. Endlich hatte Herr Oriani in Mayland dem Herrn von Zach gemeldet, daß ſelbſt Herr Piazzi ſchon am 24ten Januar ihm berichtet habe, daß dieſer Stern, da er beſtändig ohne einen merklichen Nebel erſcheine und ſich ſehr langſam bewege, wohl ein Planet ſeyn könne. Auch Herr Oriani war der Meynung, der Stern ſey der Planet zwiſchen Mars und Jupiter.

Durch die nachherigen ſehr zahlreichen Beobachtungen mehrerer Aſtronomen iſt endlich auch dieſe Vermuthung beſtätigt worden, und dieſer Planet hat den von Herrn Piazzi vorgeſchlagenen Nahmen Ceres Ferdinandea erhalten [t]).

Daß

t) Bode aſtron. Jahrb. für 1804. S. 249. f.

Daß dieſer Planet erſt ſo ſpät bemerkt worden, iſt nach dem Herrn von Zach deßwegen nicht zu verwundern, weil bey Beobachtung deſſelben nicht allein die Zartheit der Fäden im Fernrohre und die Schwierigkeiten ihrer Beobachtung Beſchwerlichkeit gemacht, ſondern weil die ganz eigene Beſchaffenheit dieſes Weltkörpers verurſacht hätte, daß die gewöhnlichen ſtarken Vergrößerungen an dieſen Werkzeugen, welche bey lichtſtarken Geſtirnen mit ſo großem Vortheile zu gebrauchen ſind, hier abermals einen nachtheiligen Einfluß gehabt hätten. Eben ſo erſchien die Ceres auch den Herren Olbers, Schröter und Harding unter ſtarken Vergrößerungen immer matter. Ein Aufſatz des Herrn Schröter giebt über dieſe Paradoxa eine ſehr intereſſante Auskunft. Es iſt daraus erſichtlich, daß dieſer Planet nicht allein in einem ſtarken kometenähnlichen Nebel eingehüllt, ſondern daß dieſer ſelbſt einem merkwürdigen atmoſphäriſchen Lichtwechſel unterworfen iſt, ſo daß auf deſſen Oberfläche überaus ſchnelle und ſonderbare Lichtveränderungen vorgehen müſſen. Als Herr Schröter ϱ ♍ weſtlich aus dem Geſichtsfelde des 13füßigen Reflektors mit 136maliger Vergrößerung brachte, ſtand die Ceres in ſo vollkommen auffallender, runder, ruhiger und ſanfter Planetengeſtalt vor ihm, daß nicht der geringſte Zweifel übrig blieb. Ihr Bild war unter völliger $9\frac{1}{2}$zolliger Oeffnung in ihrem dießmal völlig weißen Lichte dem des Uranus ähnlich. Sie hatte einen beträchtlichen Durchmeſſer, den er ungemeſſen wenigſtens ſo groß als den des Uranus ſchäzte, und ihr Licht blieb, indem die andern viel kleinern und hellern Sterne ſcintillirten, fortdauernd ruhig. Beſondere Aufmerkſamkeit ſchien Herrn Schröter der Umſtand zu verdienen, daß die

Schei-

Scheibe dieſes Planeten, ſowohl mit 136= als 288maliger Vergrößerung, dem Uranus völlig ähnlich, ungemein deutlich begrenzt in's Geſicht fiel, daß ſie aber einen ſchmalen Nebel um ſich herum habe, durch welchen die Planetenkugel begrenzt durchblickte. In Rückſicht dieſer Art Begrenzung glich der Planet gewiſſer Maaßen dem im dritten Bande der Schröter'ſchen Beyträge beſchriebenen Kometen 1799., nur daß ſeine Scheibe viel heller und deutlicher durchblickte, und ihr atmoſphäriſcher Nebel insgemein ſchmal war. Für den Durchmeſſer der eigentlichen Planetenſcheibe fand ſich 1″,514; für den ganzen Durchmeſſer aber mit Einſchluß des atmoſphäriſchen Nebels 2″,514, beträchtlich kleiner, als es Herr Schröter nach des Planeten Anſehen geſchätzt hatte. Am 26ten Jan. Abends 10 Uhr 45′ war unſer Dunſtkreis viel heiterer, als Abends vorher. Der Planet ſchien jetzt im achromatiſchen Sucher des 13füßigen Reflektors gegen ſeinen benachbarten Stern 8ter Größe viel größer, und in weit matterem, hier röthlichem Lichte, als ein wahres und begrenztes Planetenſcheibchen, welches Abends vorher nicht der Fall geweſen war. Im Teleſkop hingegen hatte er ſowohl unter 136= als 288maliger Vergrößerung wieder ein weißes, etwas in's Blaue fallendes, aber ein angenehmes, ſanftes, mattes, und doch ziemlich helles Planetenlicht. Er hatte wieder eine nebel= und etwas kometenartige Begrenzung, aber höchſt merkwürdig war es, daß, ungeachtet der viel günſtigern Luft, dießmal während der ganzen Beobachtung dennoch ſeine begrenzte Scheibe nicht wieder ſo, wie Abends vorher, durch den Nebel vorblickte, ſondern das Ganze einen kometenähnlich nebelartig begrenzten Planeten vorſtellte [u]).

End=

u) Voigt's Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturkunde. B. IV. S. 136.

Endlich im Jahr 1802. am 28ten März, als D. Olbers in Bremen die Ceres beobachtete, fand er an der Stelle, bey der er am 1ten Jan. zuerſt die Ceres wahrgenommen hatte, einen Stern von 7ter Größe, von welchem er ſich noch an demſelben Abende faſt überzeugte, daß er eine Bewegung gegen Weſten und gegen Norden habe. Am folgenden Abende fand er ihn ſehr merklich von ſeiner geſtrigen Stelle verruckt. Allein er wagte es jetzt noch nicht, ihn für einen neuen Planeten zu halten, ob er gleich mit einem Kometen im Fernrohre durchaus keine Aehnlichkeit hatte. Nachdem er aber dieſen Stern in ſeiner Bewegung weiter verfolgt, und beſonders D. Gauß die Mühe auf ſich genommen hatte, aus den Beobachtungen ſeine Bahn einer Berechnung zu unterwerfen, ſo zweifelte er gar nicht mehr, daß dieſer Stern ein wirklicher neuer Planet ſey, den er gleich anfänglich mit dem Nahmen Pallas zu bezeichnen vorſchlug.

Mehrere Beobachtungen endlich, welche an andern Oertern in Deutſchland und in Frankreich angeſtellt worden ſind, haben bewieſen, daß dieſer von Olbers zuerſt entdeckte Stern ein wirklicher Planet ſey.

Indeſſen hat D. Herſchel der königl. Societät zu London am 6ten und 13ten May 1802. eine Abhandlung über die Ceres und Pallas vorgeleſen, in welcher er anführt, daß nach ſeinen Meſſungen jene nicht mehr als 162 und dieſe nur 70 engliſche Meilen im Durchmeſſer haben könne. Ueberhaupt behauptet er, daß wir ſolche weder in die Klaſſe der Kometen noch in die der Planeten ſetzen könnten; denn ſie ſeyen nicht allein beyde außerhalb dem Thierkreiſe, ſondern Mer-

kur,

kur, der kleinſte unter unſern Planeten, ſey mehr als 1000000mal größer als Pallas. Er will ihnen daher lieber den Nahmen Aſteroiden geben.

Allein ein auswärtiger Gelehrter macht über dieſe neuen Meynungen des Herrn Herſchel folgende nicht ungegründete Anmerkungen: bey den Angaben der wahren Durchmeſſer der Ceres und Pallas mit dem angenommenen wahren Abſtande und den gemeſſenen ſcheinbaren Durchmeſſern iſt es etwas unerklärbares, und nicht zu begreifen, wie Herr Herſchel darauf verfallen iſt, ſie zu ſo gar kleinen Taſchen-Planeten zu machen.

Von den Störungen des neuen Planeten Ceres durch die Wirkungen des Jupiter hat der Kollegienrath und Ritter Schubert in Petersburg gehandelt.

Ueber die Störungen der Planeten gegen einander und der Jupiterstrabanten hat vorzüglich Herr la Place tiefe Unterſuchungen angeſtellt, und dadurch Newton's Theorie ungemein berichtigt. Nach den Formeln des Herrn la Place hat Bouvard die wechſelſeitigen Störungen aller Planeten berechnet, und überhaupt haben die Tafeln der Planeten durch die Herren la Lande und von Zach eine ſehr große Genauigkeit erhalten.

Auch haben ſchon Beobachtungen gezeigt, daß der noch nicht ſehr lange entdeckte Planet Uranus Störungen leidet, welche von der Wirkung des Jupiter und Saturn herrühren, und über welche Herr Klügel Unterſuchungen angeſtellt hat.

Endlich hat Herr la Place die Ungleichheiten, welche in dem Laufe der Jupitersmonden durch ihre gegenſeitigen Wirkungen auf einander entſtehen, auf

eine

eine allgemeine Theorie gebracht, nach welcher de Lambre ſehr genaue Tafeln der Jupitersmonden berechnet hat.

Kometen.

Die königl. Preuſſ. Akad. der Wiſſenſch. gab für das Jahr 1774: Verbeſſerung und bequemere Einrichtung der Berechnung der Kometenbahnen, als eine Preisfrage auf, wovon der Preis 1778. dem Herrn Tempelhof zuerkannt worden iſt. In England hat Sir Henry Englefield [x]) zwey der beſten Rechnungsmethoden mit Tafeln und Beyſpielen zum Unterricht ſeiner Landsleute bekannt gemacht.

Die bis 1774. bekannt gewordenen Elemente der Kometenbahnen von 63 Kometen hat Herr Bode [y]) mitgetheilt, und zugleich nach Proſperin's Berechnung beygefügt, wie nahe ein jeder der Erde höchſtens kommen könne. Bis zu dem Jahr 1785. hatte ſich die Anzahl der Kometen bis auf 72 vermehrt, und Herr Bode [z]) ſtellte über die Lage und Vertheilung derſelben Betrachtungen an, deren deutſcher Ueberſetzung eine große Charte beygefügt iſt, auf welcher dieſe 72 Bahnen mit allen beſtimmenden Umſtänden in den gehörigen Verhältniſſen gezeichnet ſind. Nach Lichtenberg zählte man bis zum Auguſt 1794. ſchon 80 berechnete Kometen. Miß Caroline Herſchel ent-

x) On the determination of the Orbits of Comets according to the methods of Father Boſcowich and Mr. de la Place, with new and complete tables and exemples. Lond. 1793. 4.

y) Erläuterung der Sternkunde. Th. II. §. 605.

z) Mémoir. de Berlin 1786. 1787. Allgemeine Unterſuchungen über die Lage und Austheilung aller bisher berechneten Planeten- und Kometenbahnen. Berlin 1791. 8.

entdeckte am 15ten Dec. 1791. einen in der Eidexe, welcher von dem Herrn von Zach [a]) berechnet worden iſt. In den neueſten Zeiten ſind noch mehrere Kometen entdeckt und berechnet worden. Beſonders merkwürdige Beobachtungen über den im Aug. 1799. erſchienenen Kometen hat Herr Schröter in Lilienthal angeſtellt, aus welchen ſich folgende Reſultate ergaben:

1. Daß dieſer Komet einen wahren ſoliden planetenartigen Kern beſitzt.

2. Daß er eine ſehr ſtarke eigenthümliche Kernatmoſphäre hat, die aber mit dem ſphäriſchen Lichtnebel überall nicht weſentlich, ſondern nur zufällig, und zwar nur zunächſt unmittelbar um den Kern in Verbindung ſtand. Dieſe eigenthümliche Atmoſphäre wurde nach der Sonnennähe ungemein mit Dünſten geſchwängert, heiterte ſich zum Theil wieder auf, wurde von neuem geſchwängerter, und bedeckte einen beträchtlichen Theil des Kerns, ſo daß bloß durch ſie der Kern größer und kleiner gerade in einem ſolchen zufälligen Lichtwechſel erſchien, wie es bey den Jupiterstrabanten der Fall iſt, wenn ſie mit atmoſphäriſchen Flecken bedeckt ungemein klein und vor der Scheibe als dunkele Flecke erſcheinen.

3. Dieſer ſphäriſche Lichtnebel iſt nach Herrn Schröter's Beobachtungen

a. eine Sphäre von äußerſt feiner Materie, welche vom Kerne ab, wo ſie ſich nur zufällig mit deſſen Atmoſphäre vermiſcht, bis zu ihrer bloß ſcheinbaren äußerſten Bewegung hin progreſſive immer dünner, feiner und lichtmatter abfällt, und dabey durchaus eben

a) Bode aſtronom. Jahrbuch für 1796. S. 147.

eben ſo durchſichtig, als das Thierkreislicht, auch gleich dieſem überall keiner merklichen Strahlenbre=chung unterworfen iſt.

b. Herr Schröter hält ſich aus Gründen, die gar nicht weiter beſtritten werden können, überzeugt, daß der Kern, Lichtnebel und Schweif dieſer Kometen, ſo gewiß wie bey den übrigen Weltkörpern dieſer Art, gleich den fixen Kernnebeln des Himmels ein wirkliches eigenthümliches Licht haben. Unmöglich könne aber eine ſo äußerſt feine Glanzmaterie ein von einem verhältnißmäßig ſo kleinen Körperchen aufgelößter atmoſphäriſcher Dunſt ſeyn; eine Meynung, welche Herr de Lüc behauptet, wie nachher angeführt werden ſoll.

4. Weiter waren der Lichtnebel und Schweif dieſes Kometen merkwürdigen zufälligen Veränderungen und Modifikationen, ſowohl in Anſehung ihrer innern Conſiſtenz als ihrer Ausdehnung, unterworfen.

5. Beſonders merkwürdig war die Erfahrung, daß Herr Schröter die ſenkrechte Ausdehnung des ſphäriſchen Lichtnebels dieſes Kometen, von der Oberfläche des Kerns ab, immerfort mit dem 27füßigen Reflektor um ein Beträchtliches größer und zum Theil mehr als noch einmal ſo groß, als mit dem 13füßigen fand.

6. Nun fragt Herr Schröter, durch welche Naturkraft wird denn das Fluidum der Kometenſphäre oder der allgemeinen ätheriſchen Verbindungsmaterie fortdauernd zu Licht modificirt? Dieß ſey die wichtige Frage, bey deren Beantwortung wir noch immer vor dem Vorhange der Natur ſtänden. Unverkennbar ſchien es ihm aber faſt zu ſeyn, daß die fortdau-

ernde Ausbildung der Lichtſphären und Schweiſe der Kometen durch anziehende und repulſive Kraft zugleich bewirkt werden dürfte, und ſo möchte das wohl ein Naturprozeß ſeyn, welcher demjenigen ähnlich wäre, den wir Elektricität nennten. Sehr wahrſcheinlich hält er daher den ſphäriſchen Glanznebel und den Schweif der Kometen für ein fortdauerndes Meteor im weitern Verſtande, das in einer anhaltenden, mancherley zufälligem Wechſel unterworfenen Modifikation des Lichtſtoffs der ätheriſchen Verbindungsmaterie zu Licht beſtehe, welche Meynung bereits auch Herr D. Olbers gehabt habe.

Ueber die Natur dieſer Wunderſterne iſt man bis jetzt noch nicht auf's Reine. Ihre Geſtalten und Veränderungen ſind ſo mannichfaltig befunden worden, daß man mit Sicherheit von ihrer Beſchaffenheit nichts hat ſchließen können. So konnte Herr Herſchel b) in dem 1788. beobachteten durch die ſtärkſten Vergrößerungen keinen Kern entdecken, ob er ihn gleich hätte wahrnehmen müſſen, wenn er auch nur 1″ im Durchmeſſer gehabt hätte. Daher haben Verſchiedene vermuthet, daß die Kometen aus Materie beſtehen, welche durch Einwirkung der Sonne in Dünſte aufgelößt wird, die in dem viele Millionen Meilen langen Schweiſe fortgetrieben werden. Schon längſt hatte Herr Lichtenberg c) vermuthet, daß die Kometen entweder nur Nebel ſind, welche uns um die Mitte dichter erſcheinen müſſen, oder doch zuletzt zu ſolchen Nebeln werden.

Herr

b) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXIX. P. II.

c) Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. Anmerk. §. 644-646.

Herrn Bode ſcheint folgende Hypotheſe über die Natur der Kometen und der Entſtehung der Schweiſe am wahrſcheinlichſten: die Sonne iſt kein wirkliches Feuer, ſondern ein in der Lichtmaterie vom Schöpfer eingehüllter planetariſcher Körper, der allen Planeten und Kometen bis zu den entlegenſten Grenzen ſeines Gebiets nach dem Verhältniſſe vom Quadrate ihrer Abſtände Licht ertheilt; hingegen bloß vermittelſt der ihren verſchiedenen Entfernungen von demſelben angemeſſenen ſpecifiſchen Beſtandtheilen und Atmoſphären auf ihren Oberflächen bedürfnißmäßige Wärme hervorbringt. Die Wirkungen der Sonne müſſen auf jeden Planeten faſt gleichförmig ſeyn, hingegen auf den Kometen ſehr große Abänderungen leiden, weil dieſe in ſehr gedehnten Bahnen aus einer ungemeſſenen Ferne zuweilen tief zur Sonne herabkommen. Bey dieſer ſchnellen Annäherung reiſſen ſich überall von denſelben gewiſſe Theile los, die in den entlegenen Gegenden ihrer Bahnen einen unentbehrlichen Nutzen ſchafften, auch vielleicht zur Hervorbringung der benöthigten Wärme erfordert würden, und nun bey einem ungemein ſtärkern Einfluſſe der Sonne überflüſſig ſind, woraus der ſich um den Kometen zeigende Nebel entſteht. Dieſe Theile werden daher überhaupt ihrer Natur nach der nahen Sonne fliehen, ſich gröſtentheils derſelben gegenüber anſammlen, und hinter dem Kometen bis zu ſehr anſehnlichen Weiten der Länge nach hinziehen und den Schweif formiren, welcher daher dem Kometen folgt, wenn er zur Sonne eilt, hingegen demſelben vorhergeht, wenn er von der Sonne zurückkommt.

Herr de Lüc [d]) macht ſich von der Natur der Kometen folgende Vorſtellung. Er geht von dem Satze

d) Bode aſtronomiſches Jahrbuch für 1803. S. 92. f.

Satze aus, daß das Licht, welches bey dem Leuchten der Körper aus ihnen frey wird, einen Beſtandtheil derſelben ausmache, und daß dieß durch eine Zerſetzung geſchehe.

Wenn nun die auf dem Kometen entſtandenen lichthaltigen Dämpfe ſich vor ihrer Zerſetzung beträchtlich von demſelben entfernen, und wenn ſie nicht wie die der Sonne eine beſtimmte Grenze ihrer Expanſion haben, ſo muß der Körper, wenn ihre Zerſetzung erfolgt und ſie nun leuchtend werden, das Anſehen eines leuchtenden unregelmäßig begrenzten Nebels haben, ohne daß man einen Kern oder eine Scheibe unterſcheiden kann; denn nicht der Körper eines Kometen iſt leuchtend, ſondern ſeine Atmoſphäre. In den wenigen Fällen alſo, wo Kometen ihre beſtimmte Scheibengeſtalt beſitzen, muß dieß, wie bey der Sonne, von der Regelmäßigkeit einer leuchtenden Atmoſphäre herrühren.

Wenn die Kometen in dieſen Zuſtand gerathen, während ſie ſich ihrem Perihelio nähern, ſo kann ihr Licht ſchwach anfangen, hierauf an Intenſität wachſen, und dann allmählig wieder ſchwächer werden.

Wenn Körper lichthaltige Dämpfe hervorbringen ſollen, ſo müſſen vorher in ihrer Subſtanz chemiſche Operationen vorgehen, und dieſe Operationen können von Umſtänden abhangen, die von den Stellungen des Körpers in ſeiner Bahn unabhängig ſind. Es ſey demnach gar nicht unmöglich, daß derſelbe Körper, ſehr verſchieden zu dieſer Operation vorbereitet, ſein Perihelium erreicht, ja er könne dazu unvorbereitet gelangen. Sollte dieß nicht, fragt de Lüc, der Grund ſeyn, warum man ſo wenige Kometen zur Sonne zurückkehren ſieht, oder wieder erkennt? Denn

 nach

nach dem Geſagten könnten ſie bey irgend einer Zurückkunft wohl unſichtbar ſeyn, oder doch ein ganz anderes Anſehen haben.

Was den Schweif des Kometen betrifft, ſo bemerkt de Lüc, daß ſich ein Fluidum in der Atmoſphäre eines Kometen bilde, da, wo ſie von der Sonne abgewendet iſt; die Atmoſphäre binde dieſes Fluidum nicht, und laſſe es frey in den Raum ausſtrahlen, ſo lange die Erzeugung daure. Dieſes Fluidum iſt nach de Lüc ein phosphorescirendes, und erzeugt ſich durch Zerſetzung in den Kometen.

Alle bisher angeführte Hypotheſen über den Schweif der Kometen nehmen an, daß die Schweife Theile wären, welche zu den Kometen ſelbſt gehörten. Herrn Rüdiger [e]) zu Wettin ſchien aber dieß ganz unbegreiflich; er ſucht vielmehr die Entſtehung der Schweife aus einem bloßen Phänomen unſerer Erdatmoſphäre zu erklären. Auf dieſen Gedanken ward er durch folgenden Verſuch geleitet: Er hieng in der Mitte einer gläſernen mit Waſſer gefüllten Kugel einen undurchſichtigen rund geformten Körper auf; nachher befeſtigte er an einem aufgehangenen Faßreifen eine Anzahl brennender Lichter, ſo daß ihre Flammen einen Kreis bildeten und gleichſam die Sonne vorſtellten, welche freylich an Größe den Körper des Kometen bey weitem übertrifft. Hieng er nun die gläſerne Kugel mit dem undurchſichtigen runden Körper nahe vor dem leuchtenden Kreiſe auf, ſo zeigte ſich an der benachbarten weißen Wand, vermittelſt der Brechung der Lichtſtrahlen, ein hell erleuchteter Streifen in Form eines Kometenſchweifs.

Hier-

e) Gilbert's Annalen der Phyſik. B. II. S. 99.

Hierdurch, glaubte er, ließen ſich viele ſonſt ſonderbare und unbegreifliche Erſcheinungen der Kometen enträthſeln. Wir dürften nicht mehr bey Berechnung der Größe ihrer Schweife, und bey der Bemerkung, daß man auch die kleinſten Sterne durch ſie ſehen könne, in Schwindel gerathen. Es würde uns hiebey einleuchtend ſeyn müſſen, warum ſich die Kometen ſo oft gänzlich ohne Schweif darſtellen, wie dieß immer der Fall ſeyn müſſe, wenn wir ſie in einer beträchtlichen Entfernung von der Sonne erblickten. Der Schweif des Kometen müßte ſich nach dieſer Vorſtellung jedesmal nothwendig in der Richtung zeigen, daß er ſich von der Sonne hinwegkehrte, und es wäre hiebey ſehr leicht erklärbar, warum die Schweiſe der Kometen, bey ihrer Annäherung an die Sonne, ſich ſehr vergrößern müßten, indem offenbar durch die große Erhitzung ihrer Körper auch ihre Atmoſphäre überaus zunehmen müßte. In dieſer Rückſicht wäre es kein Wunder, wenn der Komet bey großer Annäherung an die Sonne ſich in ſeinem Anſehen gänzlich veränderte, und, durch die ihn umgebenden Nebel verhüllt und verſchleiert, ſich ſo zeigte, als wenn er gänzlich verunſtaltet wäre. Es wäre ferner einzuſehen, warum die Schweife der Kometen in der gewölbten Atmoſphäre zuweilen gekrümmt erſcheinen müßten. Immer müßte ſich der Schweif, nach Verhältniß der Stellung der Kometen gegen die Erde, in ſeiner Geſtalt nach einer förmlichen Regelmäßigkeit, wie es die Bewegung der Erde in ihrer Lage und in der Umwälzung um ihre Axe mit ſich bringe, umwandeln. Es ließe ſich ſogar, bey Vorausſetzung möglicher Fälle, auch wohl die Urſache davon auffinden, wie der Fall eintreten könne, daß ſich ein ſolcher Schein durch verſchiedene Brechungen auf

beyden Seiten der Atmoſphäre des Kometen in unſe-rer Erdatmoſphäre, die zugleich als ein Transparent und von der Gegenſeite her als ein Spiegel wirkt, ver-vielfältigt darſtellen müßte.

Hiebey ſey aber noch die Frage zu beantworten, warum nicht auch die Planeten, und vorzüglich der Mond, gleich den Kometen Schweiſe bey ſich füh-ren? Herr Rüdiger antwortet darauf: was die obern Planeten, Mars, Jupiter, Saturn und Ura-nus betrifft, ſo kämen dieſe gar nicht zwiſchen unſere Erde und die Sonne, und wären alſo ſchlechterdings von allem Verdachte frey, uns je ein ſo drohendes Schauſpiel zeigen zu können. Nach allen bisherigen Unterſuchungen der Aſtronomen habe der Mond keine ſolche Atmoſphäre, wie wir ſie den Kometen zuſchreiben müßten. Noch werde er hinzuſetzen dürfen, auch Merkur und Venus müßten entweder einen ſolchen Dunſtkreis nicht haben, oder der Schein derſelben könne wenigſtens unſere Erdatmoſphäre nicht erreichen.

Von der Atmoſphäre der Erde ließe es ſich da-gegen erwarten, daß ſie durch Brechung des Son-nenlichts in ihrer entgegengeſetzten Hälfte einen Schein bewirken müßte, der dem Schweiſe der Kometen nicht unähnlich ſeyn könnte. Und ſo verhielte es ſich auch in der That! Schon ſeit 1683. habe man das Zo-diakallicht beobachtet. Man ſehe in der Zeit, wenn die Dämmerung am kürzeſten wäre, im Frühjahr und Herbſt, des Morgens vor Sonnenaufgang weſtlich, und des Abends nach Sonnenuntergang öſtlich einen halben Schein in Geſtalt eines zugeſpitzten Streifen, bey welchem wir das Andenken an den Kometenſchweif wohl nicht überſehen könnten. Herr von Mairan ſetze die Abwandelungen dieſer Erſcheinung ſehr ſinn-reich

reich und treffend aus einander. Er nehme dabey die ſchwärmeriſche Hypotheſe von einer ſo ungeheuern Atmoſphäre der Sonne an, daß ſich die Erde ſelbſt abwechſelnd in dieſelbe eintauchen müſſe. Wir könnten ihm aber glücklicher Weiſe dieſe Vorausſetzung allein überlaſſen, und kämen dennoch mit ihm, nur weit leichter und ungekünſtelter, zu gleichem Ziele, wenn wir an deren Stelle die Brechung des Sonnenlichts in unſerm Dunſtkreiſe dafür annähmen.

Selbſt die Erſcheinungen des Nordlichts, des Südlichts, der Nebenſonnen und Nebenmonde hätten wenigſtens wohl dieß mit einander gemein, daß man ſie nicht bloß aus der Stellung und der Zuſammenkunft einzelner Wolken, wie etwa den Regenbogen und Bliz, hinlänglich und allein erklären könne. Es ſey nicht zu läugnen, daß dieſe Phänomene, welche nach Verhältniß der Zeitperioden und der Lage der Länder und Oerter oft oder ſelten vorzukommen ſcheinen, keineswegs mit der Witterung in Verbindung ſtänden. Man ſehe ſie ſehr oft zu gleicher Zeit auf einem zu großen Theile der Erdfläche, als daß ſie allein von den Wolken abhängig ſeyn könnten. Unſtreitig möchte die Stellung unſerer Erde gegen die Sonne, die Brechung des Lichts in der Atmoſphäre, und die Zurückſtrahlung deſſelben von dem Spiegel des Meers dazu mitwirken. Es ließe ſich hiebey fragen, ob die Erſcheinungen der Wolken dabey, und die Veränderungen in Rückſicht der Elektricität und des Magnetismus, die man beobachtet haben wolle, mitwirkende Urſachen, oder nur ſolche Erſcheinungen ſeyn möchten, die mit den Phänomenen von gleichmäßigen Urſachen abzuleiten wären? Es ſey ein eigenes Zuſammentreffen ſo ganz verſchiedener Erſcheinungen,

gen, wenn wir demnach mit ihnen auch hier Analogien der Kometenſchweife auffänden.

Was nun noch die Frage betrifft, ob nicht die Kometen bey einer großen Annäherung an die Erde verwüſtende Wirkungen auf derſelben anrichten könnten? ſo hatte de la Lande [f]) in einer eigenen Abhandlung dem menſchlichen Geſchlecht manche Beſorgniſſe verurſacht, welche aber Herr Euler [g]) durch genaue Berechnungen zu entfernen geſucht hat, und Herr la Place beantwortet dieſe Frage auf folgende Art. Die Kometen gehen ſo ſchnell vor uns vorbey, daß die Wirkungen ihrer Anziehung gar nicht zu bezweifeln ſind, aber nur durch einen der Erde beygebrachten Stoß können ſie traurige Folgen auf derſelben verurſachen. Allein ein ſolcher Stoß, ob er gleich möglich iſt, iſt doch im Verlauf eines Jahrhunderts wenig wahrſcheinlich. Es wäre ein ſo außerordentlicher Zufall erforderlich, um ein Zuſammenſtoßen zweyer, in Anſehung der Unermeßlichkeit des Raums, worin ſie ſich bewegen, ſo kleiner Körper zu veranlaſſen, daß man in dieſer Hinſicht keine Furcht für vernünftig halten kann. Indeſſen kann man ſich doch eine geringe Wahrſcheinlichkeit eines ſolchen Stoßes auf die Erde vorſtellen. Veränderung der Axe und der Umdrehungsbewegung der Erde, Austreten der Meere aus ihren vorigen Betten, um ſich gegen den neuen Aequator hinzuſtürzen, Erſäufung eines großen Theils der Menſchen und Thiere in dieſer allgemeinen Ueberſchwemmung oder Zerſtörung derſelben durch die der Erdkugel beygebrachte gewaltſame Erſchütterung, Vernichtung

f) Reflexions ſur les comètes. à Paris 1773. 4.

g) De periculo a nimia appropinquatione cometae metuendo: in Nov. comment. Petrop. Tom. XIX. n. I.

tung ganzer Gattungen, Zertrümmerung alter Denkmähler des menſchlichen Kunſtfleißes, dieß iſt die Reihe der Unglücksfälle, die der Stoß eines Kometen verurſachen müßte.

Man ſieht alsdann, warum das Weltmeer die hohen Berge wieder bedeckt, auf welchen es unwiderlegbare Merkmale ſeiner Anweſenheit zurückgelaſſen hat; man ſieht, warum die Thiere und Pflanzen der mittäglichen Gegenden in den nördlichen Klimaten vorhanden ſeyn konnten, wo man noch ihren Nachlaß und ihre Abdrücke antrifft; endlich kann man daraus die Neuheit der moraliſchen Welt erklären, deren Denkmähler nicht leicht über dreytauſend Jahre hinaufſteigen. Das Menſchengeſchlecht, auf eine ſehr kleine Anzahl von Individuen heruntergebracht und in den kläglichſten Zuſtand verſetzt, war ſehr lange Zeit einzig mit der Sorge für ſeine Erhaltung beſchäftigt, und mußte das Andenken an Wiſſenſchaften und Künſte gänzlich verlieren, und wenn die Fortſchritte der Verfeinerung das Bedürfniß derſelben aufs neue fühlbar machten, ſo mußte es in allem wieder von vorn anfangen, als ob die Menſchen ganz neuerlich auf die Erde wären verſetzt worden.

Wie es ſich nun auch mit dieſer von einigen Philoſophen angegebenen Urſache dieſer Erſcheinungen verhalten mag, ſo kann man ſich doch während der kurzen Lebenszeit einer ſo furchtbaren Begebenheit wegen vollkommen beruhigen. Im Falle der größten Möglichkeit ſolcher Ereigniſſe müßte nämlich der eine oder der andere Knoten der Kometenbahn genau in der Erdbahn liegen, und der Komet gerade in dem Augenblicke, da die Erde in dieſem Punkte ankommt, durch denſelben gehen. Beyde Bedingungen mögen

aber

aber wohl in den nächſten hunderttauſend Jahren nicht zuſammentreffen. Fürs erſte iſt noch kein Komet bekannt, deſſen Knoten in der Erdbahn läge, und obgleich unter den bekannten Kometen der von 1680 der Erde am gefährlichſten iſt, weil er derſelben unter allen am nächſten kömmt, ſo bleibt er doch in ſeiner größten Nähe noch $\frac{5}{1000}$ von dem Abſtand der Sonne von der Erde, = 100000 Meilen, oder noch einmal ſo weit als der Mond, von uns, wobey er allenfalls, wenn er viel größer als der Mond iſt, durch die Wirkung der Gravitation eine ſtärkere Ebbe und Fluth zuwege bringen, auch die Ebene etwas an ſich ziehen könnte, welche Wirkung aber nicht lange dauern würde, weil Erde und Komet, bey ihrer ſchnellen Bewegung, in wenigen Stunden ſchon viele tauſend Meilen ſich von einander entfernen. Dann braucht auch dieſer große Komet 575 Jahre zu ſeinem Umlaufe; und die Erde kann bey ſeiner ſpäten Wiederkunft jedesmal in andern Punkten ihrer Bahn ſeyn, wo die Gefahr nicht ſtatt findet; ſetzt man dieſe Punkte nur um einen Tag von einander, ſo iſt erſt nach 365 Umläufen des Kometen, oder nach mehr als 200000 Jahren, wieder die Wahrſcheinlichkeit da, daß die Erde mit dieſem Kometen am nächſten zuſammenkommen werde. Die andern uns bekannten Kometen ſind nicht ſo groß, oder kommen unſerer Erde nie ſo nahe, als der von 1680. Die vermeinten Gefahren ſind alſo nur leere Eindrücke der Furcht, für die der Menſch ſo empfänglich iſt.

Fixſterne.

Ueber das Fortrücken der Nachtgleichen, und das von Bradley entdeckte Wanken der Erdachſe hat zwar d'Alembert nach der Newton'ſchen Theorie

die

die beſten Aufſchlüſſe gegeben; allein dieſer, und alle Geometer nach ihm, welche ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigten, haben vorausgeſetzt, daß unſere Erde ein feſter Körper ſey. Da aber dieſer Planet größtentheils mit Waſſer bedeckt iſt, ſo entſteht die Frage, ob nicht die Wirkung des Waſſers die Erſcheinungen der Präceſſion und Nutation ändern müſſe? Herr la Place hat dieſe Frage zuerſt erörtert. Er hat gefunden, daß die Flüſſigkeit der Gewäſſer kein zureichender Grund iſt, ihren Einfluß auf das Vorrücken der Nachtgleichen außer Acht zu laſſen. Denn wenn ſie auf der einen Seite der Wirkung der Sonne und des Mondes folgen, ſo führt auf der andern Seite die Schwere ſie ununterbrochen zu dem Zuſtande des Gleichgewichts zurück, und erlaubt ihnen nicht mehr, als ganz kleine Schwingungen zu machen. Es iſt alſo möglich, daß ſie, durch ihre Anziehung und ihren Druck auf das von ihnen bedeckte Sphäroid, der Erdaxe, wenigſtens zum Theil, die Bewegungen beybringen, die ſie von ihnen erhalten würde, wenn ſie ſich verdichten ſollten. Man kann ſich überdieß durch eine ſehr einfache Schlußreihe überzeugen, daß ihre Gegenwirkung von der nämlichen Ordnung iſt, wie die direkte Wirkung der Sonne und des Mondes auf den feſten Theil der Erde.

Man ſtelle ſich alſo die Erde als gleichartig und von einerley Dichtigkeit mit dem Meere vor, und ſetze, das Waſſer nehme in jedem Augenblicke die dem Gleichgewichte der Kräfte, wovon es getrieben wird, angemeſſene Geſtalt an. Wenn bey dieſen Vorausſetzungen die Erde plötzlich ganz flüſſig würde, ſo würde ſie die nämliche Figur behalten, und alle ihre Theile würden einander das Gleichgewicht

wicht halten; die Umdrehungsaxe würde alſo kein Beſtreben, ſich zu bewegen, haben, und es iſt klar, daß dieß auch in dem Falle noch beſtehen müſſe, wo ein Theil dieſer Maſſe bey ſeiner Verdichtung das vom Meere bedeckte Sphäroid bilden würde. Die vorhergehenden Hypotheſen, bemerkt la Place, dienten den Newton'ſchen Theorien von der Geſtalt der Erde und der Ebbe und Fluth des Meers zur Grundlage. Es ſey ſehr merkwürdig, daß dieſer große Geometer unter der unendlichen Menge derer, die man über dieſe Gegenſtände aufſtellen könne, gerade zwey ſolche gewählt habe, welche weder Präceſſion noch Nutation geben, da alsdann die Gegenwirkung des Waſſers die Wirkung des Einfluſſes der Sonne und des Mondes auf den Kern der Erde aufhebe, wie auch immer ſeine Figur beſchaffen ſeyn möge. Es ſey wahr, daß dieſe beyden Hypotheſen, und beſonders die letztere, der Natur nicht gemäß ſeyen; aber man ſehe a priori, daß die Folge von der Gegenwirkung des Waſſers, obſchon von derjenigen verſchieden, welche bey Newton's Vorausſetzungen ſtatt habe, doch von der nämlichen Ordnung ſey.

La Place hat durch ſeine Unterſuchungen über die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth den merkwürdigen Satz gefunden, daß, wie auch das Geſetz der Tiefe des Meeres beſchaffen und das von demſelben bedeckte Sphäroid ſeyn mag, die Erſcheinung des Zurückgehens der Nachtgleichen und des Wankens der Erdachſe doch die nämlichen ſind, als wenn das Meer eine feſte Maſſe mit dieſem Sphäroide ausmachte.

Wenn die Sonne und der Mond allein auf die Erde wirkten, ſo würde die mittlere Neigung der Ekliptik gegen den Aequator beſtändig ſeyn; da aber die

die Wirkung der Planeten die Lage der Erdbahn beſtändig verändert, ſo muß daraus in der Schiefe gegen den Aequator eine Abnahme entſtehen, welche durch alle Beobachtungen beſtätigt wird. Die nämliche Urſache giebt den Nachtgleichen eine jährliche rechtläufige Bewegung von 0″,1849; folglich wird die durch die Wirkung der Sonne und des Mondes verurſachte jährliche Präceſſion durch die Wirkung der Planeten um dieſe Größe vermindert, und ohne dieſe Wirkung würde ſie 50″,42 betragen. Dieſe Wirkungen des Einfluſſes der Planeten ſind von der Abplattung des Erdſphäroids unabhängig; aber die Wirkung der Sonne und des Monds auf dieſes Sphäroid muß ſie ſelbſt und ihre Geſetze abändern.

Daß die Fixſterne eine eigene ſehr langſame Bewegung zeigen, hatten bereits verſchiedene Aſtronomen aus der Vergleichung mit ältern aſtronomiſchen Beobachtungen geſchloſſen. Um nun hierin noch mehrere Gewißheit zu erhalten, hat man durch Hülfe der Mikrometer die gegenſeitigen Lagen von denjenigen Sternen, welche ſo nahe bey einander erſcheinen, daß man ſie in einem Fernrohr zugleich oder bald nach einander ſieht, verglichen, und Aenderungen derſelben gefunden, ſo daß man daraus auf eigene Bewegungen der Fixſterne ſchließen konnte. Der kurpfälziſche Aſtronom, Herr Chriſt. Mayer, nebſt ſeinem Gehülfen, Herr Johann Mezger, haben hierin beſonders viel geleiſtet, und kleinere, oft nur ſehr vorzüglichen Fernröhren kenntliche Fixſterne in veränderlichen Lagen wahrgenommen. Mayer aber ließ ſich verleiten, dieſe kleinen Sternchen als Begleiter oder Trabanten der größern Fixſterne, ja ſie ſogar als Planeten derſelben, oder als dunkle Körper, welche ihr Licht von

den

den Fixſternen erhalten, zu betrachten. Allein dieſer Behauptung wurde von den Aſtronomen widerſprochen, wogegen ſich Mayer [h]) zu vertheidigen ſuchte. Endlich wurde Mayer's Vorgeben, daß die kleinern Fixſterne als Planeten von den größern zu betrachten wären, von Herrn Fuß in Petersburg ſehr gründlich widerlegt [i]).

Herr Herſchel [k]) hat zu dieſer Abſicht auch die Beobachtung der ſogenannten Doppelſterne empfohlen, wovon einige ſo nahe an einander ſtehen, daß ſie nur durch ſtarke Vergrößerungen unterſchieden werden können. Würde man dergleichen Sterne in Anſehung ihrer Entfernung von einander, oder auch in Anſehung ihrer Vergrößerung, welche ſie unterſcheidet, ganz verändert wahrnehmen, ſo wäre dieß ein Zeichen ihrer relativen Bewegung gegen einander.

Indeſſen ſuchte Herr la Lande [l]) zu beweiſen, daß in unſerm Sonnenſyſteme eine Ortsveränderung ſtatt finde. Dieß veranlaßte die Herren Herſchel [m]) und Prevoſt [n]), die eigenen Bewegungen der Fixſterne als eine, wenigſtens zum Theil, ſcheinbare Bewegung zu betrachten. Nach ihrer Meynung glaubten

h) Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixſterntrabanten. Mannheim 1778. 8. ej. de novis in coelo ſidereo phaenomenis, in miris ſtellarum fixarum comitibus. in Comment. Theodor. Palat. Vol. IV. phyſ. 1780. p. 259.

i) Betrachtungen über die Fixſterntrabanten. a. d. Franz. in Bodens aſtronom. Jahrb. für 1785.

k) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXII. art. 11. 14.

l) Mémoires de Paris. 1771. 8.

m) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXIII.

n) Mémoires de Berlin. 1783.

ten ſie in den bisher deßwegen angeſtellten Beobachtungen gefunden zu haben, daß die Fixſterne nach einer Gegend des Himmels mehr auseinander, nach der entgegengeſetzten aber mehr zuſammenrückten. Dieſer Behauptung zufolge ſchien ſich alſo ſowohl unſere Sonne, als auch alle zum Sonnenſyſtem gehörige Planeten und Kometen, nach einer Gegend des Himmels fortzubewegen, und von der entgegengeſetzten zu entfernen. Nach Herrn Herſchel richtet ſich dieſe Bewegung auf den Stern λ im Herkules, nach Herrn Prevoſt aber auf die nördliche Krone.

Herr de la Lande o) bemerkt aber, daß nach dieſer Hypotheſe für die gerade Aufſteigung des Sterns ϑ des großen Bären faſt gar keine Veränderung ſtatt finden würde, und er ſich in der Declination dem Aequator nähern müßte. Das letztere ſtimme mit den Beobachtungen überein, aber die Bewegung in der geraden Aufſteigung, die noch beträchtlicher ſey, könne durch dieſe Hypotheſe nicht erklärt werden. Ueberdem hat auch la Lande Bewegungen von andern Sternen angeführt, bey welchen daſſelbe ſtatt findet; daraus ſchließt er, man müſſe dieſe Bewegungen der eigenen Ortsveränderung eines jeden Sterns zuſchreiben.

Allein ſeitdem haben wiederum die Herren Prevoſt und Maurice einige Unterſuchungen über dieſen ſehr delikaten Gegenſtand angeſtellt p); der größte Theil ihrer verglichenen Beobachtungen war 41 Jahre von einander entfernt. Beſonders auffallend war es ihnen, daß die Bewegungen der größern Fixſterne über-

o) Connoiſſ. des tems, an VI. p. 203.

p) Bode aſtronom. Jahrb. für 1805.

übereinſtimmen. Zur Erklärung derſelben nehmen ſie daher die Hypotheſe an, daß unſer Sonnenſyſtem einer eigenen Bewegung unterworfen iſt. Es ſey alſo wahrſcheinlich, daß ſich die Parallaxe, welche durch die Bewegung des Sonnenſyſtems entſteht, nur hauptſächlich an den größern Sternen äußern müſſe, die wir Urſache haben, für die nähern zu halten. Daher zeigten auch Arktur, Sirius, Procyon, Pollux, Altair und Caſtor dieſe Parallaxe vorzüglich.

Wenn man ſich bloß an die Bewegungen in der geraden Aufſteigung halte, und nur auf Arktur, Sirius und Pollux Rückſicht nehme, ſo werde man finden, daß ſich das Sonnenſyſtem von 1756 bis 1797 in derſelben Richtung bewegt habe, wie von 1706 bis 1756; nur ſcheine die Geſchwindigkeit etwas abgenommen zu haben. Wenn alſo ihre Reſultate ſicher genug wären, ſo würde daraus folgen, daß das Sonnenſyſtem gegenwärtig in dem Theile ſeiner Bahn ſey, wo es ſich von ſeinem Brennpunkte entferne.

Nehme man nun an, daß nach ihren verglichenen Beobachtungen die Geſchwindigkeit des Sonnenſyſtems abnehme, und daß es daher gegenwärtig in dem Theil ſeiner Bahn ſey, wo es ſich von dem Brennpunkt entferne, ſo müßten wir uns dem Zeitpunkte nähern, wo es zum Stillſtand komme. Die Dauer des Stillſtandes ſey vielleicht lang, und könne daher Gelegenheit geben, an der Bewegung ganz zu zweifeln. Allein nach dem Stillſtande werde ſich die Bewegung von neuem zeigen, und dann, während das Syſtem ſich ſeinem Brennpunkte wieder nähere, von Jahrhundert zu Jahrhundert wachſen.

Gegen de la Lande bemerken ſie, daß er nicht allemal die ältern genauern Beobachtungen mit den neu-

neuern verglichen habe, woraus natürlich in dieſer äußerſt feinen Unterſuchung fehlerhafte Reſultate entſtehen müßten; und überdem ſtimme die Bewegung des Sterns ϑ im großen Bären nach ihren verglichenen Beobachtungen mit der Bewegung des Sonnenſyſtems der Richtung nach überein. Was ihre Größe anbelange, ſo ſehen ſie nicht, nach welchen vorher gegebenen Datis man ſie beſtimmen könnte. Die Beobachtungen ſtimmten alſo mit ihrer Hypotheſe überein, und wären weit entfernt, ſie zu widerlegen.

Uebrigens ſey es wahr, daß einige Sterne, wie Herr la Lande bemerke, eine eigene Bewegung zu haben ſcheinen, die ganz von der Bewegung des Sonnenſyſtems unabhängig ſey. Aber die Bewegungen der Sterne erſter Größe ſeyen ſo groß, und in dieſer Rückſicht ſo übereinſtimmend, daß ſie die Bewegung des Sonnenſyſtems nach der genannten Richtung ſehr wahrſcheinlich machten.

Was die Einrichtung des Weltgebäudes, und die Beſtimmungen der unendlichen Fixſterne betrifft, ſo haben die neuern Aſtronomen mancherley erhabene Gedanken darüber geäußert. Herrn Bode [q]) ſcheint es, daß ſich alle Fixſterne der Milchſtraße mit uns in ein einziges Syſtem zuſammenziehen, in welchem der Sirius die Centralſonne ſeyn könnte. Die Sterne der Milchſtraße ſeyen vermuthlich in Vergleichung mit den übrigen nicht wirklich näher beyſammen, wie es ſcheine, ſondern ſie ſtehen daſelbſt in den unergründlichen Tiefen des Himmels in unzählbaren Reihen über einander, und erſcheinen uns deßwegen mehr angehäuft,

q) Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Abth. III. Abſchn. 4.

gehäuft, als in andern Gegenden, wo wir die Stellung der Sterne mehrentheils der Fläche nach ſehen, ungefähr eben ſo, wie diejenigen Bäume in einem Walde, welche wir in langen Alleen hinter einander ſehen, ſich enger beyſammen zeigen, als die neben uns ſtehenden. Hiernach müßten die ſämmtlichen Fixſterne mit ihren Planetenkreiſen nicht ſphäriſch, ſondern in einer um unſer Sonnenſyſtem ſehr abgeplatteten linſenförmigen Figur aufgeſtellt ſeyn. Vermuthlich befindet ſich unſer Sonnenſyſtem nicht in der größten Fläche der geſammten Fixſternſyſteme, ſondern etwas außerhalb derſelben, weil die Milchſtraße nicht völlig in der Lage eines größten Kreiſes der Sphäre erſcheint, ſondern von dem Nordpole, wo die Caſſiopeja in derſelben ſteht, einen Abſtand von 30 Graden, vom Südpole aber, wo das ſüdliche Dreyeck vorgeſtellt wird, einen Abſtand von kaum 20 Graden behält. Auch muß das Sonnenſyſtem weit von der Centralſonne entfernt ſeyn, weil die Milchſtraße gegen den Adler hin viel breiter und die Sterne zerſtreuter erſcheinen, als gegen über, wo der Orion ſich zeigt. Hiebey bemerkt Herr Bode noch, daß die Nebelflecke, die gemeiniglich in einer länglichten oder elliptiſchen Geſtalt erſcheinen, nichts anders, als von ferne geſehene Milchſtraßen oder Syſteme von Millionen Sonnen ſeyn mögen, von welchen wir bloß den vereinigten Glanz wahrnehmen, und von denen das Licht erſt nach Millionen Jahrtauſenden zu uns gelangt, die wir alſo mit unſern beſten Fernröhren nie ſehen werden. Endlich kann man noch ſetzen, daß dieß dennoch nur den kleinſten Theil von dem Ganzen ausmachen kann, was der Allmächtige werden hieß. Denn die Grenzen der Schöpfung werden durch alle unſere Vorſtellungen noch nicht erreicht.

Herr

Herr Herſchel[r]) hat über die Einrichtung des Weltgebäudes noch mehrere Aufſchlüſſe zu geben verſucht. Wenn man ſich nach ihm die Vorſtellung macht, daß alle Sterne urſprünglich ihre angewieſene Stelle im Weltraume erhielten, und gegen einander gravitirten, ſo mußten die größern benachbarte kleinere näher gegen ſich ziehen, und die vereinte Kraft mußte dieſes Syſtem immer mehr vergrößern. Die Geſtalt dieſer Syſteme mußte nach der Größe des Hauptkörpers und nach der urſprünglichen Lage und Größe der benachbarten Sterne ſehr verſchieden ſeyn, und je reicher ſie an Sternen wurden, deſto anſehnlichere leere Räume mußten zwiſchen ihnen entſtehen. Ueberdieß giebt Herr Herſchel dieſen Sternen, ſo wie den ganzen Syſtemen, Bewegung, um durch die daraus entſtehende Schwungkraft einen Beharrungsſtand zu erhalten, und das Zuſammenſinken der Schöpfung in eine einzige Maſſe zu verhindern. Auf ſolche Art entſtehen mehrere Ordnungen ſolcher Syſteme, und ihre Theorie wird der Lambert'ſchen ähnlich (Th. IV. S. 330.). Das Auge eines Beobachters, welcher noch weit vom Mittelpunkte eines Syſtems ſich befindet, wird den Rand oder die Grenze deſſelben nicht erreichen, andere entfernte Syſteme werden ihm nur in heitern Nächten als bloße Wölkchen, und mehrere nach einer Fläche ausgebreitete Syſteme, welche zuſammen wieder ein Syſtem einer höhern Ordnung bilden, als ein lichter die Sphäre umgebender Gürtel erſcheinen. Dabey kann gleichwohl das Geſicht noch ſo begrenzt ſeyn, daß man von der Schöpfung,

r) On the conſtruction of the Heavens. Lond. 1785. 4. und in Philoſ. Tranſ. Vol. LXXV.

pfung, die man ganz zu ſehen glaubt, in der That kaum den tauſendſten Theil ſieht. Von dieſer Theorie entwirft Herr Herſchel nach ſeinen Beobachtungen eine Zeichnung, welche den unſichtbaren Himmel als ein Syſtem der dritten Ordnung von mehreren Millionen Sternen darſtellt. Nach ſeinem Maasſtabe, wo die Entfernung des Sirius von uns nur $\frac{1}{80}$ Zoll beträgt, ſind alle in den heiterſten Nächten ſichtbare Sterne in einem Umfange von $\frac{1}{4}$ Durchmeſſer enthalten. Aber in 1000, ja 6 bis 8000ſachen Siriusfernen ſchweben mehrere Syſteme, von jenem an Größe und Sternzahl wenig verſchieden; ihre zahlloſen Sonnen, mit Planeten umgeben, bieten überall Flächen zur Wohnung dar, und wo in dieſen unermeßlichen Gefilden Raum iſt, da wallen Weſen, die ſich glücklich fühlen.

Herr la Place[s]) vermuthet, daß die Fixſterne, anſtatt in ohngefähr gleichen Entfernungen durch den Weltraum zerſtreut zu ſeyn, in verſchiedene Gruppen, deren jede aus mehreren Milliarden von Sternen beſteht, zuſammen verbunden ſeyen. Unſere Sonne und die glänzendſten Fixſterne machen wahrſcheinlich einen Theil einer ſolchen Gruppe aus, welche, aus unſerm Standpunkte geſehen, ſich um den Himmel herzuziehen ſcheint, und die Milchſtraße bildet. Die große Menge Sterne, die man im Felde eines nach dieſen Streiſen gerichteten großen Teleſkops zugleich erblickt, beweißt uns ſeine unermeßliche Tiefe, die tauſendmal größer iſt, als die Entfernung des Sirius von unſerer Erde. Wenn man ſich davon entfernte, ſo würde ſie endlich unter der Geſtalt eines blaſſen und

s) Darſtellung des Weltſyſtems. a. d. Franz. Th. II. S. 334. f.

und zuſammenhangenden Lichts von einem kleinen Durchmeſſer erſcheinen; denn alsdann würde die Irritation, die auch bey den ſtärkſten Teleſkopen beſteht, die Zwiſchenräume der Sterne bedecken und unmerklich machen. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß die ſternloſen Nebelflecke aus ſehr großen Entfernungen geſehene Sterngruppen ſind, denen man nur näher zu kommen brauchte, um ſie unter ähnlichen Geſtalten, wie die Milchſtraße, zu ſehen. Die gegenſeitigen Entfernungen der Sterne, welche jede Gruppe bilden, ſind zum wenigſten hunderttauſendmal größer, als die Entfernung der Sonne von der Erde; man kann alſo die ungeheure Ausdehnung dieſer Gruppen nach der Menge der Sterne beurtheilen, die man in der Milchſtraße ſieht. Wenn man ferner über die geringe Breite und die große Zahl der Nebelflecke nachdenkt, die durch unvergleichbar größere Zwiſchenräume von einander getrennt ſind, als die Sterne, woraus ſie beſtehen; ſo wird es der über die Unermeßlichkeit des Weltalls erſtaunten Einbildungskraft ſchwer, ſich Grenzen dabey zu denken.

Was die ſogenannten neuen Sterne betrifft, welche eine Zeitlang mit verändertem Lichte geſehen werden, dann ſchnell verſchwinden, ſo hält la Place folgende Urſache dieſer Erſcheinungen als wahrſcheinlich: ſolche Sterne ſollen nämlich ſehr große Flecken beſitzen, die ſie uns periodiſch zeigen, indem ſie ſich um ſich ſelbſt drehen, ohngefähr wie der letzte Saturnustrabant, und überdem könnte die Dazwiſchenkunſt großer dunkler Körper, welche ſich um ſie bewegen, ſie eine Zeitlang unſichtbar machen. Sonſt könne man auch mit großer Wahrſcheinlichkeit vermuthen, daß auf ſolchen Sternen, welche ſich beynahe plötzlich mit

einem ſehr lebhaften Lichte zeigten, um ſofort wieder zu verſchwinden, große durch außerordentliche Urſachen veranlaßte Entzündungen auf ihrer Oberfläche vorgefallen ſeyen; und dieſe Vermuthung beſtätige ſich durch die Veränderung ihrer Farbe, die derjenigen ähnlich ſey, welche uns auf der Erde die Körper zeigten, die wir in Brand gerathen und verlöſchen ſehen.

Von den veränderlichen Sternen oder Wunderſternen findet man mehrere Nachrichten in Bodens aſtronom. Jahrb. für 1786. und 1789.

Auch werden einige Fixſterne, durch Fernröhre betrachtet, doppelt geſehen, welche daher Doppelſterne genannt werden. Herr Herſchel [t]) giebt von den Doppelſternen ein in ſechs Claſſen getheiltes Verzeichniß.

Viertes Kapitel.

Von den Meynungen und Entdeckungen, welche unſere Erde insbeſondere angehen.

Die im 4ten Theile erzählten Ausmeſſungen und übrigen Unterſuchungen hatten unläugbar erwieſen daß unſere Erde ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid ſey. Man ſahe ſie aus phyſiſchen Gründen als einen durch die Umdrehung einer Ellipſe um ihre kleine Achſe entſtandenen Körper an. Allein die am Nordpole und am Aequator gemeſſenen Grade gaben bey ihrer Vergleichung unter ein-

t) Philoſ. Tranſact. Vol. LXXV. P. I. n. 6.

einander Unterſchiede, die nicht wohl bloßen Beob- achtungsfehlern zugeſchrieben werden konnten, und de la Caille's Gradmeſſung am Vorgebürge der guten Hoffnung veranlaßte Zweifel, ob die ſüdliche Hälfte der Erdkugel eben ſo, wie die nördliche, ge- krümmt ſey. La Place bemerkt ſogar, daß man Grund zu glauben habe, daß ſie kein durch Umdre- hung (einer Ebene um eine Achſe) entſtandener Körper ſey. Der auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung unter der ſüdlichen Breite von 37° gemeſſene Grad ſey ſehr nahe eben ſo groß, wie in Frankreich unter dem Parallele von 50° gefunden; auch ſey er größer geweſen, als der in Penſylvanien unter der Breite von 43°,56 gemeſſene. Auch der auf dem Cap gemeſſene Grad ſey größer als der in Italien unter der Breite von 47°,80 gemeſſene gefunden worden; er hätte aber kleiner ſeyn müſſen, als alle dieſe Grade, wenn die Erde ein durch Umdrehung entſtandener regelmäßiger und von zwey gleichen Hälften eingeſchloſſener Körper wäre. Dieſes alles zuſammengenommen beſtimme uns alſo, zu glauben, daß ſie das nicht ſey.

Schon d'Alembert hatte nach Newton ge- zeigt, daß eine und dieſelbe Kugel nach einer mittelſt der Umdrehung gegebenen Bewegung verſchiedene Ge- ſtalten annehmen könne, ohne daß deßhalb ihre Thei- le aufhörten, im Gleichgewicht zu ſeyn. Dagegen hat Herr la Place bewieſen, daß es nur zwey mög- liche Geſtalten für eine Kugel, welche irgend eine ge- gebene Maſſe hat, gebe, wenn man vorausſetzt, daß alle ihre Theile im Gleichgewicht ſind. Dieſe bey- den Geſtalten der Erdkugel ſind nach ihm folgende:

Nimmt man nämlich an, daß ſich die Erde in 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden um ihre

Achſe dreht, ſo verhalte ſich die Achſe des Pols zum Durchmeſſer des Aequators wie 1 : 1,004334487. Daher ſtehen dieſe beyden Achſen nach dieſer Angabe beynahe in dem Verhältniſſe = $231\frac{7}{10} : 230\frac{7}{10}$.

Nähme man aber an, welches auch möglich wäre, daß die Umwälzung der Erde um ihre Achſe 2 Stunden 25 Minut. 17 Sekunden Zeit brauchte, ſo würde in dieſem Falle das Verhältniß beyder Achſen ſeyn wie 1 : 689,519, d. h. die Erde würde an den Polen ungemein ſtark abgeplattet ſeyn.

Da aber bereits ſchon Bouger bey der Vergleichung der damals gemeſſenen verſchiedenen Grade gefunden hatte, daß die Erdmeridiane unter ſich nicht gleich ſind, und daher der Erde eine Krümmung eigener Art zuſchrieb, welche auch de la Lande annimmt, ſo unterſuchte nun la Place, wie denn eigentlich die Erdmeridiane beſchaffen ſeyn möchten.

Der Meridian am Himmel, den die aſtronomiſchen Beobachtungen beſtimmen, wird durch eine Ebene beſchrieben, welche durch die Weltachſe und den Scheitelpunkt des Beobachters geht, weil dieſe Ebene die Bogen der Parallelkreiſe, die die Sterne über dem Horizont beſchreiben, halbirt. Alle Oerter der Erde, die ihr Zenith in der Peripherie eines ſolchen Meridians haben, beſchreiben den ihnen zugehörigen Meridian. In Anſehung des unermeßlichen Abſtandes der Fixſterne kann man die an jedem dieſer Oerter errichteten Vertikallinien als parallel mit der Ebene des Meridians am Himmel betrachten, und daher von dem Erdmeridian auch dieſe Erklärung geben, er ſey eine durch die Verbindung der untern Endpunkte aller, der Ebene des Meridians am Himmel parallelen, Vertikallinien entſtehende krumme Linie. Dieſe krumme

Linie

Linie liegt ganz in dieſer Ebene, wenn die Erde ein durch Umdrehung entſtandener Körper iſt; in jedem andern Falle weicht ſie davon ab, und iſt überhaupt eine von den Linien, welche Curven von doppelter Krümmung genannt werden.

Der Erdmeridian iſt nicht genau die Linie, welche die trigonometriſchen Meſſungen in der Richtung des Meridians am Himmel beſtimmen. Die erſte Seite der gemeſſenen Linie iſt eine Tangente der Erdoberfläche, und der Ebene des Meridians am Himmel parallel. Verlängert man dieſe Seite, bis ſie einer unendlich nahen Vertikallinie begegnet, und biegt man ſofort dieſe Verlängerung bis an den untern Endpunkt der Vertikallinie, ſo beſchreibt man die andere Seite der Curve, und ſofort die übrigen.

Die ſo gezogene Linie iſt die kürzeſte, die man auf der Oberfläche der Erde zwiſchen jeden zwey in dieſer Linie angenommenen Punkten ziehen kann; ſie liegt nicht in der Ebene des Meridians am Himmel, und fällt nur in dem Falle mit dem Erdmeridian zuſammen, wenn die Erde ein durch Umdrehung entſtandener Körper iſt; aber der Unterſchied zwiſchen der Länge dieſer Linie und der des dazugehörigen Bogens am Erdmeridian iſt ſo klein, daß man ihn ohne einen merklichen Irrthum vernachläſſigen kann.

Wie nun auch die Erdmeridiane beſchaffen ſeyn mögen, fährt la Place fort, ſo iſt ſchon um der einzigen Urſache willen, weil ihre Grade von den Polen nach dem Aequator zu abnehmen, die Erde an den Polen abgeplattet, d. h. ihre Achſe iſt kleiner als der Durchmeſſer des Aequators. Um dieß zu zeigen, nimmt la Place an, die Erde ſey ein durch Umdrehung entſtandener Körper, und denkt ſich den

Halb-

Halbmeſſer des nördlichen Polargrades nebſt der ganzen Reihe aller dieſer Halbmeſſer vom Pole bis zum Aequator, welche nach der Vorausſeßung ununterbrochen abnehmen.

Man überſieht leicht, daß dieſe Halbmeſſer durch ihre auf einander folgenden Durchſchnitte eine krumme Linie beſchreiben, welche, nachdem ſie Anfangs die Achſe berührt hat, davon abweicht, indem ſie ihr den erhabenen Theil ihrer Krümmung zuwendet, und ſich gegen den Pol zu erhebt, bis der Halbmeſſer des Meridiangrades in eine Lage kommt, die auf der vorigen lothrecht iſt, wo er alsdann in der Ebene des Aequators liegt. Wenn man ſich nun vorſtellt, der Halbmeſſer des Polargrades ſey beweglich, und winde ſich allmählig um die Bogen der Curve, ſo wird ſein Endpunkt den Erdmeridian beſchreiben, und der zwiſchen dem Meridiane und der Curve eingeſchloſſene Theil von ihm wird der dem Meridiangrade zugehörige Halbmeſſer ſeyn. Dieſe Curve heißt die Evolute des Meridians.

Betrachtet man jeßt den Durchſchnitt des Aequatorialdurchmeſſers und der Achſe als den Mittelpunkt der Erde, ſo iſt die Summe der zwey Tangenten, welche aus dieſem Mittelpunkte, die eine längs der Achſe, die andere längs dem Aequatorialdurchmeſſer, an die Evolute des Meridians gezogen werden, größer, als der zwiſchen ihnen eingeſchloſſene Bogen der Evolute. Nun iſt der aus dem Mittelpunkt der Erde an den Nordpol gezogene Halbmeſſer gleich dem Halbmeſſer des Polargrades weniger der erſten Tangente; der Halbmeſſer des Aequators aber iſt gleich dem Halbmeſſer des Meridiangrades am Aequator ſammt der zweyten Tangente; folglich iſt der Ueberſchuß

ſchuß des Aequatorialhalbmeſſers über den Polarhalbmeſſer gleich der Summe dieſer Tangenten, weniger dem Ueberſchuſſe des Halbmeſſers des Polargrades über den Halbmeſſer des Aequatorialgrades des Meridians. Dieſer letztere Ueberſchuß iſt ſelbſt der Bogen der Evolute, ein Bogen, der kleiner iſt, als die Summe der äußerſten Tangenten; folglich iſt der Ueberſchuß des Aequatorialhalbmeſſers über den nördlichen Polarhalbmeſſer der Erde poſitiv. Eben ſo kann nun gezeigt werden, daß der Ueberſchuß des Aequatorialhalbmeſſers über den ſüdlichen Polarhalbmeſſer der Erde poſitiv ſey; mithin iſt die ganze Achſe kleiner als der Durchmeſſer des Aequators, oder, welches einerley iſt, die Erde iſt an den Polen abgeplattet.

Betrachtet man jeden Theil des Meridians als einen ſehr kleinen Bogen von der Peripherie des ihn berührenden Kreiſes, ſo iſt leicht einzuſehen, daß der aus der Erde Mittelpunkt an den einen Endpunkt des dem Pole am nächſten liegenden Bogens gezogene Halbmeſſer kleiner iſt, als der aus dem nämlichen Mittelpunkt an den andern Endpunkt gezogene. Und hieraus folgt, daß die Halbmeſſer von den Polen nach dem Aequator zu wachſen, wenn, wie alle Beobachtungen ſolches zeigen, die Meridiangrade vom Aequator nach den Polen zu wachſen.

Der Unterſchied der Halbmeſſer der Meridiangrade am Pole und am Aequator iſt gleich dem Unterſchiede der zugehörigen Erdhalbmeſſer ſammt dem Ueberſchuſſe der doppelten Evolute über die Summe der beyden äußerſten Tangenten, welcher Ueberſchuß offenbar poſitiv iſt; die Meridiangrade wachſen alſo vom Aequator nach den Polen zu in einem größern Ver-

Verhältniſſe, als das der Verminderung der Erdhalbmeſſer iſt.

Dieſe Beweiſe finden auch alsdann noch ſtatt, wenn die beyden Hälften der Erde, die ſüdliche und nördliche, nicht gleich und ähnlich wären, und es iſt leicht, ſie auch auf den Fall auszudehnen, wenn die Erde kein durch Umdrehung entſtandener Körper wäre.

Nach der neueſten Ausmeſſung, welche im Jahr 1792. außer mehreren Mathematikern von den Herren Caſſini, Mechain, de Lambre und de Borda unternommen wurde, und 12 Grade, vom 39ten bis 51ten nördlicher Breite, oder von Barcellona bis Dünkirchen in ſich begriff, gab der 45ſte Grad der Breite 57027 Toiſen, worauf durch ein Dekret des Franzöſ. Nationalconvents vom 31. Jul. 1793. die Einführung eines neuen Maaßes gegründet wurde.

Da nun aus den bisherigen Ausmeſſungen nichts Sicheres über die wahre Geſtalt der Erde gefolgert werden konnte, ſo ſuchte man die Reſultate der Beobachtungen mit denen, welche die Schwere giebt, zu vergleichen. Vermöge der Vermeſſungen der Meridiangrade der Erde müßte ihre Abplattung größer als $\frac{1}{178}$ ſeyn, und vermöge der Meſſungen des Pendels müßte eine Abnahme der Schwere von den Polen nach dem Aequator zu ſtatt finden, welche nur 0,00555 beträgt; die Meſſungen der Grade und des Pendels vereinigen ſich alſo, um zu zeigen, daß die Schwere nicht gegen einen einzigen Punkt gerichtet ſey, und dieß iſt ein Erfahrungsbeweis für den Satz, daß die Schwere aus den Anziehungen aller Elemente der Erde zuſammengeſetzt ſey. In dieſem Falle hängt das Geſetz der Schwere von der Geſtalt des Erdſphäroids ab, welche ſelbſt hinwiederum von dem Ge-

ſetze

ſetze der Schwere abhängig iſt. Dieſe wechſelſeitige Abhängigkeit zweyer unbekannten Größen macht die Unterſuchung der Geſtalt der Erde ſehr ſchwer. Stellt man ſich vor, die Erde habe eine ellipſoidiſche Geſtalt, und ſey gleichartig, ſo läßt doch die Unregelmäßigkeit der gemeſſenen Meridiangrade über die Abplattung der Erde noch gar zu viele Ungewißheit übrig, als daß man erkennen könnte, ob ſie ohngefähr ſo beſchaffen iſt, wie dieſe Vorausſetzung es fordert. Allein la Place bemerkt, die ziemlich regelmäßige Zunahme der Schwere vom Aequator nach den Polen zu könne uns über dieſen Gegenſtand Licht geben. Nähme man die Schwere am Aequator zur Einheit an, ſo ſey ihre Zunahme bis zum Pole, im Falle der Gleichartigkeit der Erde, 0,00435; aber nach den Pendelbeobachtungen ſey dieſe Zunahme 0,00555; alſo ſey die Erde nicht gleichartig. In der That wäre es auch natürlich, zu denken, daß die Dichtigkeit ihrer Schichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt zunehme; ja es ſey zur Beſtändigkeit des Gleichgewichts der Meere ſogar nothwendig, daß ihre Dichtigkeit kleiner, als die mittlere Dichtigkeit der Erde ſey; ſonſt würden die Gewäſſer derſelben, wenn ſie durch Winde oder andere Urſachen aufgetrieben werden, oft über ihre Grenzen austreten, um das feſte Land zu überſchwemmen.

Vermöge dieſer Beobachtungen findet la Place $\frac{1}{320}$ für die Abplattung der Erde. Wenn nun die Vorausſetzung einer elliptiſchen Geſtalt der Erde in der Natur wirklich ſtatt hat, ſo muß dieſe Abplattung den Gradmeſſungen Genüge thun; allein ſie ſetzt im Gegentheil unwahrſcheinliche Irrthümer dabey voraus, und dieß, verbunden mit der Schwierigkeit, alle dieſe

Meſſun-

Meſſungen einer und derſelben elliptiſchen Figur anzupaſſen, beweiſe uns, daß die Figur der Erde viel zuſammengeſetzter ſey, als man vorher glaubte. Darüber werde man ſich auch nicht wundern, wenn man die Unregelmäßigkeit der Tiefen des Meers, die Erhöhung des feſten Landes und der Inſeln über deſſen wagrechte Fläche, die Höhe der Berge, die ungleiche Dichtigkeit der Gewäſſer und der verſchiedenen auf der Oberfläche dieſes Planeten befindlichen Körper betrachte.

Um die Theorie von der Geſtalt der Erde mit der größten Allgemeinheit zu umfaſſen, müßten die Geometer die Attractionen ſolcher Sphäroiden beſtimmen, welche von der Kugelgeſtalt wenig abweichen und aus Schichten beſtehen, deren Geſtalt und Dichtigkeit ſich nach jeden Geſetzen ändern; überdem müßte die Figur beſtimmt werden, welche dem Gleichgewichte einer über ihrer Oberfläche verbreiteten Flüſſigkeit zukommt. Hiemit hatten ſich ſchon mehrere Geometer beſchäftigt; allein ihre Methoden waren nicht einfach genug. Daher unternahm es la Place, dieſen Gegenſtand von neuem zu unterſuchen, und er wurde durch eine merkwürdige Gleichung für die partialen Differenzen, welche ſich auf die Attractionen der Sphäroiden bezieht, ohne Hülfe der Integrationen, durch bloße Differenziationen, auf allgemeine Ausdrücke von den Halbmeſſern der Sphäroiden, von ihren Attractionen gegen jede Punkte in ihrem Innern, auf ihrer Oberfläche oder außer derſelben, von den Bedingungen des Gleichgewichts der ſie bedeckenden Flüſſigkeiten, und von dem Geſetze der Schwere und der Veränderungen der Grade auf der Oberfläche dieſer Flüſſigkeiten geführt. Alle dieſe Größen ſind durch ſehr einfache Verhältniſſe mit einander verbunden,

und

und es ergiebt ſich daraus ein leichtes Mittel, die Vorausſetzungen zu berichtigen, welche man annehmen kann, um theils die beobachteten Veränderungen der Schwere, theils die Meſſungen der Meridiangrade darzuſtellen. Alle dieſe Ausdrücke geben eine direkte und allgemeine Auflöſung der Aufgabe: die Figur einer im Gleichgewicht befindlichen, mit einer Umdrehungsbewegung verſehenen, und aus unendlich vielen Flüſſigkeiten von jeder Dichtigkeit zuſammengeſetzten flüſſigen Maſſe zu beſtimmen, deren ſämmtliche Elemente einander im geraden Verhältniſſe der Maſſen, und im umgekehrten des Quadrats der Entfernungen anziehen. Dieſe Aufgabe hat le Gendre, unter der Vorausſetzung einer gleichartigen Maſſe, aufgelößt. Die flüſſige Maſſe muß nothwendig die Geſtalt eines durch Umdrehung entſtandenen Ellipſoids annehmen, deſſen ſämmtliche Schichten elliptiſch und von abnehmender Dichtigkeit ſind, während ihre Ellipticität von dem Mittelpunkte gegen die Oberfläche zu wächſt. Die Grenzen der Applattung des ganzen Ellipſoids ſind $\frac{5}{4}$ und $\frac{1}{2}$ von dem Verhältniſſe der Centrifugalkraft zur Schwere am Aequator; die erſte Grenze bezieht ſich auf die Gleichartigkeit der Maſſen, und die zweyte auf den Fall, wo die dem Mittelpunkte unendlich nahen Schichten unendlich dicht ſind, und die ganze Maſſe des Sphäroids als in dieſem Punkte vereinigt angeſehen werden kann. In dieſem Falle würde die Schwere gegen einen einzigen Punkt gerichtet, und dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportionirt ſeyn; aber im allgemeinen Falle iſt die Linie, welche die Richtung der Schwere vom Mittelpunkte bis an die Oberfläche des Sphäroids beſtimmt, eine Curve, von welcher jedes Element auf der Schicht, durch die es geht, lothrecht iſt.

La Place bemerkt ferner, es ſey ſehr merkwürdig, daß die beobachteten Veränderungen der Pendellängen dem Geſetze des Quadrats des Coſinus der Breite ziemlich genau folgten, von welchem die Veränderungen der gemeſſenen Meridiangrade merklich abwichen. Die allgemeine Theorie der Attractionen der im Gleichgewicht befindlichen Sphäroiden gebe von dieſer Erſcheinung eine ſehr einfache Erklärung; ſie zeige uns, daß die Stücke, welche in dem Werthe des Erdhalbmeſſers von dieſem Geſetze abweichen, in dem Ausdrucke der Schwere merklicher, und in dem Ausdrucke der Grade noch merklicher werden, wo ſie Werthe bekommen können, die groß genug ſind, um die Erſcheinung hervorzubringen. Dieſe Theorie lehre uns ferner, daß die Grenzen der ganzen Zunahme der Schwere, die am Aequator für die Einheit angenommen, die Produkte aus 2 und aus $\frac{5}{4}$ durch das Verhältniß der Centrifugalkraft zur Schwere ſeyen; die erſte dieſer Grenzen beziehe ſich auf den Fall, wo die Schichten im Mittelpunkte unendlich dicht wären, die zweyte aber auf die Gleichartigkeit der Erde. Daß die beobachtete Zunahme zwiſchen dieſe Grenzen falle, zeige an, daß die Dichtigkeiten der Schichten des Erdſphäroids in eben dem Maaße zunehmen, als ſie ſich dem Mittelpunkte näherten, was auch den Geſetzen der Hydroſtatik gemäß ſey. Die Theorie thue alſo den Beobachtungen ſo gut Genüge, als man es bey der Ungewißheit, worin wir uns in Anſehung der Beſchaffenheit des Innern der Erde befänden, nur verlangen könne.

Aus dieſer Uebereinſtimmung folge, daß man bey der Berechnung der Veränderungen der Schwere und der Parallaxen eine elliptiſche Geſtalt der Erdmeridiane

ne

ne annehmen könne, deren Abplattung dem Ueberſchuſſe des Bruchs $\frac{1}{115,2}$ über die ganze Zunahme der Schwere von dem Aequator bis zu den Polen gleich ſey.

Der aus dem Schwerpunkte des Erdſphäroids unter dem Parallele, für welchen das Quadrat des Sinus der Breite $\frac{1}{3}$ ſey, an ſeine Oberfläche gehende Halbmeſſer beſtimme die Kugel von einerley Maſſe mit der Erde, und von einer Dichtigkeit, die ihrer mittleren Dichtigkeit gleich ſey. Dieſer Halbmeſſer ſey 19614648 Fuß groß, und die Schwere unter dieſem Parallel ſey die nämliche, wie auf der Oberfläche dieſer Kugel.

Allein hier entſteht nun die Frage, welches iſt das Verhältniß der mittleren Dichtigkeit der Erde zu der einer bekannten Materie, die ihre Oberfläche hätte? La Place führt an, daß die Wirkung der Attraction der Berge auf die Schwingungen des Pendels und auf die Richtung des Bleyloths uns allein zur Auflöſung dieſer wichtigen Aufgabe führen könne. Es giebt wirkliche Fälle, wo dergleichen Attractionen merklich werden, wenn nämlich die anziehende Maſſe ein merkliches Verhältniß gegen die Maſſe der Erde hat. Schon Bouguer verabſäumte eine ſo wichtige Beobachtung auf ſeiner, wegen der Meſſung der Meridiangrade am Aequator, unternommenen Reiſe nicht. Er nahm wahr, daß das am Quadranten hangende Bleyloth aus der lothrechten Richtung von dem Berge Chimboraço in Quito angezogen wurde. Durch mehrere auf der Nordſeite gemeſſene Höhen der Sterne fand er die Abweichung des Bleyloths auf 7″ bis 8″. Dieſe Beobachtungen erweckten ein Verlangen,

die Anziehungen mehrerer Berge zu beſtimmen. Nevil Maſkelyne, königl. Aſtronom zu Greenwich, legte deßhalb der königl Societät zu London einen Plan vor, welchen er auch im Sommer 1744. ausführte [u]). Hiezu wählte er vorzüglich den Berg Shehallion in Yorkſhire, weil er einzeln ſteht, hoch iſt, und ſich weit von Oſten nach Weſten erſtreckt, von Norden nach Süden aber ſteil iſt und eine ſchmale Grundfläche hat. Hiebey kam es nun vorzüglich darauf an, die Entfernung einiger Fixſterne vom Zenith, ſowohl auf der ſüdlichen als nördlichen Seite des Berges, zu meſſen; denn um wie viel der Berg das Bleyloth von der Vertikallinie bey der Beobachtung auf der Südſeite abgezogen hatte, um eben ſo viel mußte die ſüdliche Entfernung eines Fixſterns vom Zenith zu klein gefunden werden, und umgekehrt. Dabey mußten aber auch geometriſche Meſſungen, welche von der Anziehung des Berges frey waren, unternommen werden, um den wahren Unterſchied der geographiſchen Breiten beyder Beobachtungen zu finden. Maſkelyne ſtellte auf der Südſeite des Berges 169, auf der Nordſeite 168 Beobachtungen von 43 Sternen an, von welchen 40 mit einander verglichen für den Unterſchied der Scheitelpunkte beyder Oerter 54,6 Sekunden gaben. Den Unterſchied geographiſcher Breiten fand er durch Hülfe geometriſcher Meſſungen 42 94 Sekunden, ſo daß die beyden entgegengeſetzten Anziehungen des Berges dieſen Unterſchied um 11,66 Sekunden zu groß machten. Die Abmeſſungen wurden noch bis 1776. fortgeſetzt und berichtigt. Die dazu gehörigen Zeichnungen findet man bey Hutton [x]), welcher zugleich berechnet, daß ſich die Anziehung der Erde

u) Philoſ. Tranſact. for 1775. Vol. LXV. n. 48. 49.

x) Philoſ. Tranſact. for 1778. Vol. LXVIII. n. 33.

Erde zur Anziehung des Berges gegen das Bleyloth wie 9 zu 5 verhalte. Bey dieſen Beobachtungen hatte man zugleich die Abſicht, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu beſtimmen. Man fand, daß der Berg aus einem gleichförmigen Granit beſtehe, deſſen Dichtigkeit $2\frac{1}{2}$mal größer als die des Waſſers iſt; daraus ſchloß man, daß die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel $4\frac{1}{2}$mal größer als die Dichtigkeit des Waſſers iſt.

Oberfläche der Erde.

Verſchiedene neuere Geographen haben die zwiſchen Aſien und Amerika im ſtillen oder Südmeere gelegenen häufigen Inſeln als einen neuen oder 5ten Welttheil unter dem Nahmen Auſtralien oder Polyneſien betrachtet. Dieſer neue Welttheil beſteht aus Neuholland, Neu-Guinea, dem Lande der Papuas, Neu-Britannien, Neu-Irland, Louiſiade, Neuſeeland, den zwiſchen und nahe an den Wendekreiſen, etwa vom 90ten bis 180ten Grad weſtlicher Länge, zerſtreuten tropiſchen Inſeln, und einigen unfruchtbaren Inſeln im ſüdlichen Eismeere.

Herr Bode [y]) giebt nach einer von den Herren Klügel und Tempelmann genommenen Rechnung den Flächenraum an:

von Europa	171834	geograph.	Quadratmeilen
— Aſien	641093	—	—
— Afrika	531638	—	—
— Amerika	572110	—	—
— Neuholland	143000	—	—
Summe	2059675	geograph.	Quadratmeilen.

Wenn

y) Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel.

Wenn man nun noch die übrigen Inſeln auf eine Million Quadratmeilen rechnet, ſo würde doch nur die Oberfläche des feſten Landes auf der Erde 3059675 geographiſche Quadratmeilen betragen. Zieht man dieſe von der ganzen Oberfläche der Erde ab, ſo würden 7222385 Quadratmeilen mit Waſſer bedeckt ſeyn. Das feſte Land beträgt mithin noch nicht einmal $\frac{1}{3}$ von der Oberfläche unſerer Erde.

Die allgemeine Anordnung in der Richtung der Bergketten, welche einige Naturforſcher behauptet haben, beſtreitet Pallas [z]). Solche Vorſtellungen, ſagt er, kopiren bloß die Beſchaffenheit der Länder, in welchen ſie gefunden ſind, machen aber keinen allgemeinen Plan der Natur aus. Die Aſiatiſchen Bergreihen laufen nach ihm von hohen Platformen, als von gemeinſchaftlichen Mittelpunkten, nach verſchiedenen Richtungen aus; die Geſtalt von Afrika hingegen ſcheint eine ganz andere Anordnung ſeiner Gebirge anzuzeigen.

Ein ungenannter Verfaſſer, welcher über Pallas [a]) Bemerkungen machte, nimmt zwey mit dem Aequator parallele Hauptketten an, die eine um den 50ſten Grad nördlicher, die andere um den 25ſten Grad ſüdlicher Breite, von welchen hin und wieder Zweige, ſowohl gegen den Aequator als gegen die Pole, auslaufen ſollen.

Der größte Theil der Höhen der europäiſchen Berge iſt erſt in dieſem Zeitraume gemeſſen worden. Sie ſind folgende:

Mont⸗

z) Obſervations ſur la formation des montagnes. Petersb. 1777. 4.

a) Journal de phyſique. May 1779.

	Toiſen über der Meeresfläche.	
Montblanc -	2426	nach de Sauſſûre
	2391	— de Lûc
	2424	— Shukburgh
Aiguille d'Argentiere	2094	— de Sauſſûre
Corne dû midi -	1945	— de Lûc
Aetna - -	1672	— Needham
	1771	— Berechnungen aus Brydone's Beobachtungen
St. Gotthardt -	1650	— Scheuchzer
Gletſcher Buet -	1579	— de Sauſſûre
Spitze beym Kloſter auf dem St. Bernhardt	1274	— de Sauſſûre
Das Kloſter ſelbſt	1241	— Needham
Furka - -	973	— Scheuchzer
Mole de Genf -	940	— de Sauſſûre
Puy de Dome in Auvergne - -	817	— Caſſini
Brocken auf dem Harz	546	— de Lûc
Thal Chamouny -	524	— de Sauſſûre
Gipfel des Mont-Cenis	432	— Needham
Genf - -	188	— de Sauſſûre
Paris, Saal der Sternwarte - -	56	— Paſumat.

Die gemeine Meynung, daß die Bergluft am reinſten und heiterſten ſey, geht nach den neuern Beobachtungen nur bis zu einer gewiſſen Grenze, welche ſich aber nicht beſtimmt angeben läßt. Herr de Sauſſûre [b]) hat dieß beſonders auf dem Montblanc, wel-

b) Relation d'un voyage à la cime du Mont-blanc en Août 1787.

welchen er im Jahr 1786. im Auguſt mit einigen Begleitern beſtieg, genugſam erfahren. Schon bey der Reiſe nach dem Buet theilt er von der Bergluft eine umſtändliche Nachricht mit. Er ſagt, ſo bald man eine Höhe von 1300 bis 1400 Toiſen erreicht habe, ſo wirke ſchon die Dünne der Luft merklich auf den Körper, indem ſie die Kräfte ſchnell erſchöpfe. Man ſey nämlich ſo ſehr ermattet, daß man nicht einen Schritt weiter zu thun vermögend wäre, ohne ein ungemein ſtarkes Herzklopfen zu bekommen, und in Gefahr zu ſtehen, in Ohnmacht zu fallen. Jedoch ſtellen ſich die Kräfte durch bloßes Stillſtehen binnen 2 bis 3 Minuten ſo wieder her, daß man glaube, in Einem Athem den Gipfel erſteigen zu können. Sobald man aber auf großen Höhen von neuem etwa 16 bis 18 Schritte weiter gegangen ſey, ſo ſtelle ſich die Ermattung eben ſo wie vorher ein, und die Rückkehr erfolge beym Stillſtehen eben ſo wie vorher u. ſ. w. Hieraus ſchließt Herr de Sauſſüre, daß dieſe Entkräftung unmöglich von einer Ermüdung im Steigen herrühren könne, weil ſich alsdann die Kräfte in einer ſo kurzen Zeit nicht ſo vollkommen, wie es erfolge, wieder herſtellen könnten. Eine fernere Wirkung der Dünne der Luft ſey die Schläfrigkeit, womit Alle zugleich befallen würden, welche in großen Höhen nur einige Augenblicke ruheten und ſich nicht beſchäftigten, obgleich den Schlaf weder Winde, noch Kälte, noch Hitze begünſtigten. In der Ebene hingegen ſchlafe man ſo ſchnell nicht ein, beſonders wenn die Kräfte ſchon ſo wie auf dem Berge durch eine augenblickliche Ruhe wieder hergeſtellt ſind. Auch Perſonen, welche von ſehr ſtarker Leibesconſtitution wären, müßten von der dünnen Bergluft noch weit mehr leiden. In gewiſſen Höhen überfiele ſie

ein

ein Ekel, Erbrechen, ja ſelbſt Ohnmachten, nach welchen ein todtenähnlicher Schlaf erfolge. Alle dieſe Wirkungen leitet Herr de Sauſſüre von dem veränderten Druck der Luft auf die Gefäße, und von ihrer dadurch erſchlafften Elaſticität her.

Auf die innere Beſchaffenheit der Berge, welche gar ſehr verſchieden iſt, iſt man erſt in den neuern Zeiten aufmerkſam geworden, indem man daraus auf ihre Entſtehung geſchloſſen hat. Betrachtungen hierüber findet man bey den Herren von Trebra [c]), Voigt [d]) und Werner [e]).

Nach dieſen neuern Beobachtungen hat man die Gebirgsarten vorzüglich in vier Hauptklaſſen abgetheilt. Zu der erſten Claſſe rechnet man die uranfänglichen Gebirgsarten, welche ſo zu ſagen den Kern der Gebirgsketten auf der Erdfläche ausmachen, die größten zuſammenhängenden Berge bilden, ſich in das Innere der Erde erſtrecken, und gleichſam um die Erde eine feſte Kruſte bilden, worauf das Waſſer und die daraus hervorragenden Inſeln, ſo wie die mit ihnen zuſammenhängenden Gebirge des feſten Landes ruhen. Mehrentheils beſtehen dieſe Gebirgsarten durch und durch aus einer gleichartigen Materie, und nur ſelten wechſeln andere Gebirgsarten mit ihnen ab. Die Materie läßt ſich größtentheils nach allen Richtungen ſpalten. In dieſen uranfänglichen Gebirgsarten

c) Erfahrungen vom Innern der Gebirge, und Beobachtungen. Deſſau u. Leipz. 1785. Fol.

d) Briefe über die Gebirgslehre. Weimar 1786. 8.

e) Kurze Claſſifikation und Beſchreibung der verſchiedenen Gebirgsarten. Dresden 1787. 4.

arten finden ſich weder Seeprodukte noch Verſteinerungen. Daher hat man geſchloſſen, daß ihre Entſtehung noch dem Daſeyn der Seethiere vorher gegangen ſeyn müſſe.

Zu der andern Hauptklaſſe der Gebirgsarten gehören die Berge von der zweyten Ordnung, welche beym Bergbau Flötzgebirge genannt werden. Sie beſtehen auch aus verſchiedenen Schichten und Lagern, welche über einander liegen, gewöhnlich mit einander parallel laufen, und ſehr ſelten mit andern Foſſilien vermengt ſind. Wenn dieſe Gebirge mit den uranfänglichen zuſammentreffen, ſo finden ſich allemal dieſe von jenen, aber nie umgekehrt, bedeckt. Hieraus hat man geſchloſſen, daß die Flötzgebirge nach den uranfänglichen Gebirgen ihren Urſprung erhalten haben. Die Schichten, welche in parallelen Lagen über einander liegen, ſind keinesweges nach ihren ſpecifiſchen Gewichten geordnet, ſondern oftmals liegt eine ſpecifiſch ſchwerere Lage über einer ſpecifiſch leichtern u. ſ. f. Ueberhaupt hat man aus ihrer ganzen Bildung und der darin verſteinerten Seeprodukte geſchloſſen, daß ſie weiter nichts als Bodenſätze des Waſſers ſind, welche vermuthlich in verſchiedenen Perioden gebildet ſind. Zwiſchen dieſen beyden Hauptklaſſen der Gebirgsarten finden ſich auch einige Berge, von welchen es an ſich zweifelhaft iſt, ob ſie zu den uranfänglichen Gebirgsarten oder zu den Flötzgebirgen gehören. Dahin gehören die Schiefergebirge, welche oft ohne alle Seeprodukte in verſchiedenen Lagen bis zur größten Höhe ſich erheben, oft aber auch in horizontalen parallelen Schichten mit einer großen Menge Eindrücke von Muſcheln, Fiſchen und Kräutern gefunden werden. Dieſe letztern ſcheinen alſo unterm Waſſer gebildet zu ſeyn;

von

von den erſtern aber, welche der Hauptſitz der edlen Metalle ſind, läßt ſich nichts Entſcheidendes beſtimmen.

Zu der dritten Hauptklaſſe der Gebirgsarten gehören diejenigen, welche noch neuer als die von dem Meere gebildeten Flötzgebirge ſind. Sie haben mit dieſen das gemein, daß ſie gleich dieſen auf dem naſſen Wege entſtanden ſind, wie man aus ihren Lagen und ihrer Conſtruktion geſchloſſen hat. Sie beſtehen nämlich ebenfalls aus über einander gelegten Schichten und Lagern, welche aus Theilen der uranfänglichen und der Flötzgebirge zuſammengeſetzt ſind, die aber eine verſchiedene Dicke beſitzen. Dieſe Gebirge heiſſen aufgeſchwemmte Gebirge. Sie beſtehen mehrentheils aus Sandſtein und Mergelſchichten, und enthalten wenig oder gar keine Seeprodukte, dagegen eine große Menge von verſteinertem Holze, Abdrükke von Pflanzen und von Knochen der Landthiere, ganze Baumſtämme, welche wie braune Kohle ausſehen, und an welchen man oft noch die Rinde und Faſern bemerken kann. Merkwürdig iſt es aber, daß in dieſen aufgeſchwemmten Gebirgen thieriſche Produkte in ſolchen Gegenden gefunden werden, wo die Thiere ſelbſt ihrer Natur nach ſich gar nicht haben aufhalten können. Von dieſen aufgeſchwemmten Gebirgen hat man wieder zwey Hauptgattungen, nämlich plattes Landgebirge und Seifengebirge. Die Oberfläche des erſten iſt entweder völlig eben, oder ſie erhebt ſich ganz unmerklich, und iſt nur hie und da mit kleinen Hügeln beſetzt. Die oberſte Lage deſſelben beſteht gewöhnlich aus der ſo genannten Damm- oder Gartenerde, worin die Pflanzen und Bäume wachſen.

Die vierte Hauptklaſſe der Gebirge machen endlich die Vulkane oder feuerſpeyenden Berge aus. Dieſe

haben

haben vorzüglich Veranlaſſung zur Veränderung der Erdoberfläche gegeben. Einer der ſchrecklichſten Ausbrüche des Veſuvs erfolgte im Jahr 1779, von welchem die vorzüglichſten Erſcheinungen nach Duchanoy's f) Beſchreibung folgende waren.

Im Jahr 1779. war der Crater des Veſuvs kreisrund, und mochte im Durchmeſſer etwa 90 Schritt haben. Aus ſeiner Mitte erhob ſich ein kleiner Berg, welcher ohngefähr 100 Schritt hoch war, und im Durchmeſſer 50 Schritt hatte. Aus dieſem kleinen Berge, welcher gleichſam den Schornſtein des Vulkans vorſtellte, ſtieg ſchon im May 1779. alle halbe Viertelſtunde eine 10 bis 12 Fuß ſtarke Feuerſäule auf, welche ſich beynahe auf 250 Schritt über den Berg erhob, und einen Regen von verbrannter Erde, halbcalcinirtem Sande, Harz und Aſche verbreitete. Vor- und nachher hörte man ein ſtarkes Brauſen, und der Knall der Exploſion ſelbſt glich einem Kanonenſchuſſe. So oft die Materie im Innern des Berges aufſtieg, um eine Exploſion zu verurſachen, erhob ſich am Fuß des Kegels ein Hügel von Erde, welcher 6 bis 12 Fuß in die Höhe ſtieg, und dadurch die eine Seite des Kegels gegen ſich zog. Im Augenblicke der Exploſion blieb dieſer Hügel ſtehen, zwiſchen den kurzen Pauſen der zwey- bis dreymal kurz auf einander folgenden Exploſionen ſahe man ihn ſinken und wieder ſteigen, bis er ſich nach geendigter Exploſion wieder in die Ebene des Craters niederſenkte. Dieſe Erſcheinung hatte völlig das Anſehen einer Blaſe, welche ſich vom Athmen erweitert und verengert, und rührte von

f) *Rozier* journal de phyſique. Juil. 1780. überſ. in den Leipz. Samml. zur Phyſ. und Naturgeſch. B. II. St. 5. S. 541.

von einer neuen Lava her, die den Crater damals bedeckte, einen Ausweg ſuchte, und ſich nachher denſelben an der Seite, etwa 500 bis 600 Fuß vom Crater, wirklich eröffnete. Wenn der Hügel wieder einſank, ſo hörte man dieſe Lava ſehr deutlich abflieſſen, und durch Spalten in das Innere des Berges zurückgehen.

Im Auguſt 1779. wurden die Exploſionen immer ſtärker und häufiger. Am 8ten Auguſt bildete der emporſteigende Rauch eine ungeheure Maſſe, wie eine ſtillſtehende Wolke, in welcher man eine Feuerſäule wahrnahm, mit einer Menge groſſer Steine vermiſcht, welche nach ihrem Falle vom Berge herabrollten. Mit eintretender Nacht erhob ſich ſchon alle halbe Minuten ein neuer Strom brennender Materien, welcher endlich ſo ſtark ward, daß er eine gerade Richtung nahm, und dem Winde gar nicht mehr nachgab. Gegen 8½ Uhr folgten die Exploſionen faſt ununterbrochen auf einander; die Feuerſtröme, welche nun den ganzen Crater zur Grundfläche hatten, ſtiegen in pyramidaliſcher Form auf eine unglaubliche Höhe, ſchütteten eine Menge brennender Subſtanzen herab, und verbreiteten einen Rauch, der das Licht des Feuers zurückwarf, und den Glanz des ganzen Schauſpiels erhöhete.

Endlich hörte man um 9½ Uhr eine ſchreckliche Exploſion, ſtärker als den Knall des gröbſten Geſchützes, und mit ihr ſtieg ein ſtarker ſchwarzer Rauch in die Luft, welcher einen Theil des Craters mit ſich führte. In wenig Augenblicken zeigte ſich durch dieſen Rauch die Feuerſäule wieder, welche ſich nun auf eine Höhe erhob, die man dreymal höher, als die Höhe des ganzen Berges, d. i. auf 6000 Fuß, ſchätzen konnte.

konnte. Die Maſſe des Rauchs nahm ihre Hauptrichtung auf den Somma und Ottojano zu, ſtieg aber ſo hoch, daß man zu Neapel und überall in der Nähe glaubte, ſie erreiche den Scheitel, und theilte ſich in Gruppen, die von dem Feuer und den überall hervorſchießenden Blitzen auf tauſend verſchiedene Arten erleuchtet wurden.

Die Feuerſäule war ſo ſtark, als ob die Erde einen Theil ihrer brennenden Eingeweide auswürfe. Der Regen von brennenden Materien verſtärkte noch ihre ſcheinbare Größe, und das Meer, das ihren Glanz zurückwarf, glich dem eröffneten Schlunde der Hölle. Bey dieſem Lichte konnte man in Neapel die kleinſte Schrift leſen. Die unten ſenkrechte Säule bog ſich am obern Ende; ein Theil von ihr ward von dem Winde in die Ferne geführt, ein anderer fiel auf den Veſuv und das Atrio del Cavallo zurück, welche davon, wie in einem feurigen Schleyer, verhüllt wurden. In wenig Augenblicken verwandelte ſich der Berg in eine feurige Halbkugel, und verſchwand endlich ganz in einem glühenden roſenfarbigen Dampfe, der ſich gar nicht beſchreiben läßt. Wenn man ſich eine feine roſenfarbene Atmoſphäre, und in ihrer Mitte einen Berg mit lebhaft rothem, heftig bewegtem Feuer vorſtellt, ſo hat man nur eine ſchwache Idee von dieſem Schauſpiele, deſſen Größe keine Schilderung eines Mahlers hat erreichen können. Alles ſchien ſo in einander gefloſſen, daß man glauben mußte, der Berg ſey verſchlungen, oder in die Luft geworfen worden.

Die Feuerſäule und Rauchmaſſe wurden auf allen Seiten von Blitzen durchſchnitten, die theils aus der Erde, theils aus der Luft zu kommen ſchienen.

Das

Das Ganze ſtellte eine brennende Wolke vor, aus welcher ein unaufhörlicher Feuerregen überall Tod und Verwüſtung drohete. Hin und wieder fielen Steine von ungeheurer Größe, deren Fall 25 Sekunden lang dauerte, ob ſie gleich bey weitem nicht ſo hoch, wie die kleinern, ſtiegen. Mit ſolchen Steinen ſchien das Thal Somma ganz verſchüttet. Die Geſträuche und Caſtanienwälder des Ottojano entzündeten ſich augenblicklich durch die glühenden Steine und Blitze. Nach der erſten Betäubung empfand man nichts als die Gefahr, mit welcher dieſes ſchreckliche Phänomen drohete, und nun überließ ſich das Volk, beſonders in Neapel, den gewöhnlichen Unordnungen. Die Stadt Ottojano ward am meiſten vom Feuerregen beſchädigt.

Gleichwohl hörte dieſer ſchreckliche Ausbruch, nachdem er etwa 37 Minuten gedauert hatte, binnen 2 Minuten gänzlich auf. Man ſahe den Berg in ſeiner vorigen Geſtalt wieder, aber ganz mit glühenden Steinen bedeckt, die noch einen guten Theil der Nacht hindurch leuchteten.

Aehnliche Beſchreibungen mit Abbildungen begleitet finden ſich in dem ſchönen Werke des Ritters Hamilton [g]).

Der neueſte Ausbruch des Veſuvs im Jahre 1795 hat einen beträchtlichen Theil des Berges zerſtört, und die Geſtalt des Berges verändert.

Von dem Aetna in Sicilien geben Beſchreibungen: Hamilton [h]), Brydone [i]), Spallanzani,

g) Campi Phlegraei or obſervat. on the Vulcanos of the two Sicilies. Napoli 1776. II. Vol. fol.

h) Philoſ. Tranſact. Vol. LXI. P. I.

i) A tour trough Sicily and Maltha. Lond. 1773. 8. P. Bry-

ni[k]), und mehrere Reiſebeſchreibungen nach Sicilien. Von dem Ausbruche deſſelben, der im Jahre 1787 erfolgte, handelt ein Aufſatz von Mirore[l]), und eine eigene Schrift von Dolomieu[m]). Der Aetna iſt von einer ſo beträchtlichen Höhe, daß der Schnee auf ſeinem Gipfel nicht ſchmilzt. Sein großer Crater hat gegen eine Meile im Umfange. An den Seiten und am Fuße des Berges ſieht man mehr als 40 kleinere Kegel mit ausgehöhlten Gipfeln, welche aus eben ſo vielen durch die Hauptmaſſe des großen Berges ausgebrochenen Feuerſchlünden entſtanden ſind. Aus dieſen Oeffnungen ſind die Laven ausgefloſſen, welche die ganze umliegende Gegend bedecken, und ſich durch ihre ausnehmende Fruchtbarkeit auszeichnen. Herrn Spallanzani gelang es, an den äußerſten Rand des Craters zu kommen, und einen Blick in das Innere des Vulkans zu thun. Hier ſahe er eine große Höhle, deren Boden eine faſt horizontale Fläche von $\frac{2}{3}$ Meilen im Umfang bildete; darin fand ſich eine kreisrunde Oeffnung von etwa 5 Ruthen Durchmeſſer. Aus dieſer Oeffnung hob ſich eine große Rauchſäule empor, und man konnte mit der größten Deutlichkeit eine flüſſige brennende Subſtanz erblicken, welche anhaltend, aber ganz mäßig, aufwallte, kochte, ſich im Krei-

Brydone's Reiſen durch Sicilien und Maltha. Aus dem Engl. Leipz. 1774. Th. II. 8.

k) Reiſen in beyde Sicilien und in einige Gegenden der Apenninen. Aus dem Ital. mit Anmerk. Th. I. Leipz. 1795. 8.

l) Gothaiſches Magazin. B. V. St. 4. S. 9. f.

m) Mémoir. ſur les Isles ponces, et catalogue raiſonné des produits de l'Etna ſuivis de la déſcription de l'éruption de l'Etna en 1787. Paris. 1788. 8.

Kreiſe herumtrieb, und wieder niederſank, ohne ſich jedoch jemals bis auf die ebene Fläche zu verbreiten. Die Beſchreibung dieſer Höhle hat Spallanzani durch eine Kupfertafel ſehr gut erläutert.

Nach Brydone's Bericht hat der Canonicus Recupero aus den Veränderungen der Laven zu berechnen geſucht, zu welcher Zeit der Aetna zu brennen habe anfangen können. Nach dieſer ſeiner Berechnung glaubte er, das Alter dieſes Vulkans auf 14000 Jahre ſetzen zu können. Allein man hat dagegen Einwendungen gemacht, und Guenaut [n]) hat durch Rechnung zu beſtimmen geſucht, daß der erſte Ausbruch deſſelben ohngefähr anderthalbtauſend Jahre vor der chriſtlichen Zeitrechnung erfolgt ſey.

Ueberhaupt aber beweiſen die Reiſebeſchreibungen, daß es nicht allein in Italien weit mehrere Vulkane gegeben haben muß, ſondern daß es auch in allen Ländern, ja ſelbſt unter dem Meere, dergleichen giebt.

In dieſem Zeitraume fieng man nun auch an, die vulkaniſchen Produkte, und die Oerter, wo ſich Vulkane befinden, näher zu unterſuchen. Dieß beſtimmte die Meynung über den Urſprung und die Unterhaltung der feuerſpeyenden Berge. Man fand des ältern Lemery's Behauptung, daß durch die Verwitterung der Schwefelkieſe bey hinreichendem Zutritte der Luft und des Waſſers Selbſtentzündungen entſtehen können, in ſo fern hinreichend, um die Entzündung zu erklären; allein zur Unterhaltung der Vulkane ſchienen doch die Kieſe bey weitem nicht hinreichend zu ſeyn. Man fand, daß es keinen Vulkan giebt,

n) Collect. Academ. Part. franç. T. VI. p. 489.

giebt, in welchem ſich nicht Salmiak und Erdöl befände; daher behauptete man mit der größten Wahrſcheinlichkeit, daß Steinkohlen, Torf und unterirdiſche Hölzer, in welchen ſich Schwefelkies erzeugt hat, die eigentlichen Nahrungsmittel des Feuers der Vulkane ſind. Gegen dieſe Meynung haben zwar Einige behauptet, daß man in allen Arten der Gebirge Vulkane antreffe, wo man doch nie Erdharze, Torf und bituminöſe Hölzer finde. Allein man hat ſehr richtig dagegen bemerkt, daß die Steinkohlenſchichten ſehr oft mit den urſprünglichen Gebirgslagen zuſammenhängen, und daß das Feuer eigentlich in jenen und nicht in dieſen brennt, wenn es auch gleich ſcheine, als ob ſich ein Schlund in der Mitte der uranfänglichen Gebirge ſelbſt befände. Herr Werner [o]) in Freyberg hat in einem eigenen Aufſatze dargethan, daß Steinkohlenflöze zu vulkaniſchen Ausbrüchen Gelegenheit geben, und lange Zeit unterhalten können.

Die größte Schwierigkeit, die man ſonſt bey den Vulkanen, beſonders bey denjenigen, die unter dem Meere ſich befinden, fand, war dieſe, daß man nicht zu erklären wußte, wie ſie brennen könnten, ohne eine Gemeinſchaft mit der äußern Luft zu haben. De la Metherie [p]) bemerkt aber, daß die neuere Chemie gezeigt habe, daß mehrere metalliſche Kalke, z. B. Kalke des Braunſteins, des Eiſens u. ſ. f. viel reine Luft aus ſich entwickelten, und dieſe Luft werde zur Unterhaltung jenes Feuers hinreichend ſeyn. Auch ſelbſt das Waſſer werde hiebey zerſetzt, und zum Theil in

o) Verſuch über die Entſtehung der Vulkane durch Entzündung mäßiger Steinkohlenflöze, als Beytrag zur Geſchichte des Baſalts; in Höpfners Magazin. B. IV.

p) Theorie der Erde, aus dem Franzöſ. Th. II. §. 281. ff.

in Luft verwandelt, ſo daß das Feuer auf eine hinreichende Art unterhalten werden könne. In den Vulkanen ſey aber Waſſer, folglich könne auch auf ſolche Art eine Entzündung und Verbrennung vor ſich gehen, obgleich die freye Luft keinen Zutritt zu den brennbaren Subſtanzen habe. Dieſe Erklärung ſcheine um ſo mehr gegründet zu ſeyn, da, wie man wiſſe, die Steinkohlen ſelbſt im Waſſer brennten. Das Feuer unter dem Meere könnte ſich folglich bis zu dem Augenblicke, wo etwa ein kleinerer oder größerer Theil der brennenden Materien mit Waſſer in unmittelbare Berührung kommen werde, erhalten; denn man müſſe annehmen, daß gewöhnlicher Weiſe das Waſſer nicht bis zu denſelben dringe; von Zeit zu Zeit aber erhielten ſie Riſſe, durch welche das Waſſer in den Feuerheerd ſelbſt übergehen könne, und wenn dieß der Fall ſey, ſo werde dann eine lebhafte Bewegung und ein Ausbruch erfolgen. Wenn aber endlich das Waſſer in zu großer Menge nach dieſen Heerd hinfließe, ſo werde es zuverläſſig das Feuer erſticken.

Auch trage es ſich oft zu, daß äußere Luft in das Innere eines Vulkans hineindringe; denn gewöhnlich haben die Schlünde ſolcher Berge mehrere Luftlöcher, durch welche Rauch davon gehe; durch ſolche Oeffnungen könne aber ohne Zweifel Luft in den Schlund gelangen. Es werde nämlich, indem durch eine ſolche Oeffnung Dünſte entwichen, eine augenblickliche Leere in dem Vulkan entſtehen, und die äußere Luft werde ſich alſo gleich durch eine andere Oeffnung in denſelben ſtürzen. So müſſe alſo immer eine Art von Luftzug in dem Innern des Vulkans ſtatt finden.

Ueberdieß könne auch eine Verbrennung ohne allen Zutritt einer gewiſſen Menge atmoſphäriſcher Luft erfolgen. Dieſe Wahrheit hätten beſonders die Herren Deiman, Paets van Trooſtwyk, Bondt, Niewland und van Laurenburg erwieſen, und durch Verſuche beſtätigt [q]). Dieſe hatten ſich nämlich Gemiſche gemacht, die den Kieſen ähnlich waren, und entzündeten dieſelben ſowohl in unreiner, als auch in fixer Luft und in andern Gasarten, ja auch unter Queckſilber, und ſie hatten hiebey eine ſolche Veranſtaltung getroffen, daß keine atmoſphäriſche Luft zu ihren Gemengen kommen konnte.

Meiſtentheils ſind die Ausbrüche der Vulkane mit elektriſchen Erſcheinungen begleitet. Der Ritter Hamilton hat die leuchtenden Blitze ſehr genau beſchrieben, die er bey dem Ausbruche des Veſuvs im Jahre 1779 beobachtet hat, und die, wie er verſichert, mit heftigen Donnerſchlägen vergeſellſchaftet waren. Daher haben einige Naturforſcher die Entſtehung der Vulkane bloß der Elektricität zugeſchrieben. Die hauptſächlichſten Vertheidiger dieſer Hypotheſe ſind der Abbé Bertholon de St. Lazare [r]), und der Leibarzt zu Neapel, Giovanni Vicenzio [s]). Ihre vorzüglichſten Gründe für dieſe Behauptung ſind: daß unmittelbar nach den Ausbrüchen die Vegetation äußerſt lebhaft werde; daß die Vulkane hohe hervorragende Gegenſtände ſind, nahe am Waſſer liegen, viel metalliſche Subſtanzen enthalten u. ſ. f. Als Gegenmittel wider die Vulkane

q) Journal de phyſique 1794. Cahier 5.

r) Journal de phyſique. Août 1779.

s) Iſtoria et teoria de tremuati. Napoli 1783. 8.

ne haben ſie daher eiſerne an beyden Enden zugeſpitz-te und unter der Erde in mehrere Zweige ausgebrei-tete Stangen unter dem Nahmen Paratremblemens de terre, und Para-Volcans aufzurichten vorgeſchlagen.

Allein man hat gegen dieſe Meynung mit Recht erwiedert, daß dieſe elektriſchen Erſcheinungen, wel-che bey den Ausbrüchen der Vulkane beobachtet wer-den, ihren Grund mehr in den aufſteigenden Dün-ſten haben, indem ausgemacht ſey, daß das kochende Waſſer, und beſonders das Waſſer, das auf ko-chende Materien gegoſſen werde, ſtarke elektriſche Wirkungen äußere. In den Vulkanen ſey aber ein ſehr großer Heerd von brennenden Materien, geſchmol-zene Lava und auch ſehr viel Waſſer; überdieß finde ſich der Gipfel des feuerſpeyenden Berges immer in eine dicke Wolke eingehüllt, und die Dünſte, aus welchen dieſe beſtehe, müßten daher mit Elektricität beladen ſeyn; daher würden hieraus Blitze, Don-nerſchläge u. ſ. w., wie bey den gewöhnlichen Gewittern, entſtehen.

Ueberhaupt giebt es noch manche Erſcheinun-gen, welche ſich bey den Vulkanen vorfinden, die bis jetzt noch nicht befriedigend erklärt werden kön-nen. Einer der erſten Vulkaniſten, Deodot Do-lomieu [t]), bemerkt, daß die Fortſchritte unſerer Kennt-niſſe in der Naturgeſchichte der Vulkane weit raſcher würden geweſen, und die Theorie der unterirdiſchen Entzündungen vervollkommnet worden ſeyn, wenn man mehr Methode in das Verzeichniß der vulkaniſchen Pro-

t) Journal de phyſique 1794. in Gren's neuem Jour-nale der Phyſik. B. III. S. 198. u. f.

Produkte gebracht, und immer die Stoffe, welche wirklich durch unterirdiſches Feuer angegriffen und abgeändert worden, von denen, welche nur unter ſehr entfernten Beziehungen den Vulkanen angehörten, oder welche ſogar mit ihrer Entzündung gar nichts zu thun hätten, zu unterſcheiden gewußt hätte. Man habe aber die Umſtände und die Epochen, worin jede der in einem vulkaniſchen Gebirge angehäuften Subſtanzen hervorgebracht ſeyn konnte, nicht genugſam beobachtet und unterſchieden; man habe häufig Bodenſätze einer ſpätern Infiltration der Vulkane deshalb verwechſelt, weil ſie ſich in Gebirgsmaſſen, die den Laven zur Baſis gedient hätten, eingeſchloſſen fanden; man habe oft Materien mit ſolchen Subſtanzen zuſammengeſtellt, deren Entſtehung, Abbildung und Art zu ſeyn der Einwirkung der Hitze zuzuſchreiben ſey; indem man beſtändig geneigt geweſen ſey, dasjenige Einem Wirkungsmittel zuzuſchreiben, was, weil es ſich an einerley Ort angehäuft fand, von einerley Umſtänden abzuhangen ſchien. Dieſe Unordnung in der Zuſammenſtellung der vulkaniſchen Produkte habe Verwirrung in die Begriffe gebracht, und man müſſe nothwendig von der Art falſch urtheilen, wie das unterirdiſche Feuer wirke, wenn man ihm Wirkungen zuſchreibe, woran es keinen Theil habe; man hege falſche Muthmaßungen über ſeine Natur, man irre ſich in der Meynung ſeiner Wirkſamkeit, wenn man die Materien verkenne, die es wirklich verändert habe, und ſie nicht von denen unterſcheide, die ſeinem Angriffe widerſtanden haben. Dieſer Mangel an Methode ſey Urſache des Irthums, worin einige berühmte Naturforſcher gerathen wären, die, weil ſie nicht Gelegenheit gehabt hätten, brennende Vulkane zu ſtudiren, die Analogie zur Erklä-

klärung erloſchener Vulkane nicht hätten anwenden können. Sie wären genöthigt geweſen, ihr Vertrauen auf Sammlungen, die in der Eil gemacht wären, oder auf mangelhafte Verzeichniſſe zu ſetzen; anſtatt der gehoften Aufklärung hätten ſie nur falſche Begriffe erhalten, welche, ſtatt ihnen die verlangten Kenntniſſe zu verſchaffen, ſie vielmehr von ihrem Zwecke entfernt hätten. Sie hätten ſich ohne Hülfsmittel befunden, die verſchiedenen Widerſprüche, die ſich bey der gewöhnlichen Anhäufung ganz und gar unähnlicher Gegenſtände in vulkaniſchen Gebirgen der ältern Epoche zu finden ſchienen, zu heben. Einige, welche den unwiderſprechlichen Eindruck des Feuers auf die von ihnen unterſuchten Subſtanzen erkannt, hätten gewollt, daß Alles, was dieſe umgeben, ebenfalls den unterirdiſchen Feuern zugehört habe. Andere, welche an einigen Schichten der Gebirge, deren Natur ſie zu beſtimmen geſucht, unbezweifelte Beweiſe des Einfluſſes des Waſſers und die unverkennbare Beute des Meeres daran wahrgenommen, hätten ſich nicht überzeugen können, daß andere Stoffe dazwiſchen von einem andern Agens herrührten, u. ſ. f.

Ob nun gleich die Produkte, welche ſich gewöhnlich in vulkaniſchen Gebirgen vorfinden, die Natur und Beſchaffenheit der vulkaniſchen Gebirge näher kennen gelehrt haben, ſo kann ich doch die Geſchichte derſelben hier nicht weiter verfolgen, weil ſie in die Geſchichte der Mineralogie gehören.

Was die Erdbeben betrifft, welche in einer ſo genauen Verbindung mit den Vulkanen ſtehen, und meiſtentheils auch vor und ſelbſt nach dem Ausbruche der Vulkane ſchreckliche Verwüſtungen anrichten, ſo haben ſehr Viele dieſelben von der Wirkung der Elek-

tricität, beſonders zu der Zeit, da dieſe Lehre weiter verfolgt wurde, abzuleiten geſucht. Nach Beccaria hat beſonders der berühmte Cavallo [u]) den im 4ten Theile S. 365. angeführten Verſuch von Beccaria dem Erdbeben noch ähnlicher zu machen geſucht. Er legt nämlich die Enden zweyer Dräthe auf ein Glas, ſo daß beyde in einer geraden Linie liegen, und etwa 1 Zoll weit von einander entfernt ſind; hierauf legt er zwiſchen beyde Dräthe auf das Glas ein ſtarkes Stück Elfenbein mit einem Gewichte beſchwert, und läßt durch die Dräthe zwiſchen dem Glaſe und Elfenbeine den Schlag einer geladenen Batterie durchgehen. Auf dieſe Art wird das Glas durch den Schlag mehrentheils zerbrochen. Das auf dem Glaſe liegende Gewicht wird allezeit durch den Schlag erſchüttert, und bisweilen ganz von dem Elfenbein herabgeworfen. Herr Cavallo bemerkt dabey, daß, wenn kleine Modelle von Gebäuden u. dergl. auf einem Bretchen auf das Elfenbein geſetzt werden, die von dem Schlage verurſachte Erſchütterung ein ſehr natürliches Bild des Erdbebens gebe.

Einige haben zwar auch bey dem Erdbeben die Mitwirkung des unterirdiſchen Feuers und der Dämpfe nicht ausgeſchloſſen; allein den Urſprung der Entzündung leiten ſie doch von der elektriſchen Materie ab, welche ſich im Innern der Erde thätig erweiſen ſoll. Auf dieſe Hypotheſe hat ſogar Bertholon St. Lazare [x]) einen Vorſchlag gegründet, um ganze Gegenden gegen die Wirkung der Erdbeben zu ſchüt-

u) Vollſtändige Abhandlung der Lehre der Elektricität. Leipz. 1797. 8. B. I. S. 224.

x) *Rozier* journal de phyſique. Août 1779.

ſchützen, ſo wie durch die Blitzableiter die Gebäude. Sein Vorſchlag geht nämlich dahin, zu dieſer Abſicht lange eiſerne Stangen ſo tief als es nur thunlich iſt in die Erde einzugraben, deren beyde Enden, ſowohl das eingegrabene als auch das in die Luft hervorragende, mit einer Krone von verſchiedenen Spitzen verſehen ſeyn ſollen. Das untere Ende dieſer Stangen ſoll ſich in mehrere lange Aeſte zertheilen, um dadurch eine beſtändig leitende Verbindung und ein beſtändiges Gleichgewicht der elektriſchen Materie zwiſchen der Atmoſphäre und dem Inneren der Erde zu erhalten, oder, wenn ja eine Störung des Gleichgewichts Statt finden ſollte, dadurch wenigſtens der elektriſchen Materie einen unſchädlichen Uebergang zu verſchaffen. Auch hat Herr Wiedeburg [y]) dieſe Vorſchläge wiederholt, und ſelbſt die Errichtung von Pyramiden als einen Schutz gegen die Erdbeben vorgeſchlagen.

De la Metherie [z]) iſt der Meynung, daß die Erdbeben von unterirdiſchen Feuern und von eben denſelben Urſachen abhangen, welche die Ausbrüche der Vulkane bewirken. Denn er ſagt, wenn Waſſer in die unterirdiſchen Behälter kommt, ſo wird es in Dünſte verwandelt werden, zugleich wird ſich viel Luft daraus entbinden, und dieſe feinen Flüſſigkeiten werden in die Spalten eindringen, ſich in denſelben ausbreiten und ſo in einem größern oder kleinern Stücke Landes eine Erſchütterung zuwege bringen. Bey allen heftigen Erdbeben ſehe man Flammen an Orten, wo man ſo etwas nicht ahne, aus der Erde her-

y) Ueber die Erdbeben. Jena 1784. 8.

z) Theorie der Erde. aus dem Franzöſ. Leipz. 1797. 8. Th. II. S. 368. u. f.

hervorbrechen. Zwar ſtellten ſich Erdbeben auch an Orten ein, wo man nichts weniger als unterirdiſche Feuer vermuthen ſollte, welche Erſcheinung in der That höchſt merkwürdig ſey, wie z. B. in der Schweiz und deren Nachbarſchaft, in den Pyrenäen, in Gascogne, in der Gegend von Bourdeaux, in dem Jura, in der Gegend um Dijon, in der Pfalz, in den Niederlanden u. ſ. f.; doch ſey es möglich, daß hier ſolche Feuer ſeyen, welche ganz ſtill und ohne einige Bewegung zu verurſachen brennen, und die vielleicht durch einige Ueberbleibſel von jenen brennbaren Materien unterhalten werden, welche den feuerſpeyenden Bergen, die ſonſt im Breisgau, an den Ufern des Rheins u. ſ. waren, Nahrung darreichten und ſie eine Zeitlang in Wirkſamkeit erhielten. Mehrere Provinzen von China ſeyen Erdbeben ausgeſetzt geweſen, ob man gleich nichts von Vulkanen in dieſen Ländern wiſſe. Die Erdbeben breiteten ſich ſelbſt bis an ſolche Orte aus, an welchen man zu der Zeit, da man die Wirkungen entfernter Erſchütterungen verſpüre, keine unterirdiſchen Feuer zu vermuthen Grund habe; denn wenn an dieſen Orten ſolche Feuer zugegen wären, ſo würde die Bewegung ſich in demſelben Augenblicke äußern. Man müſſe alſo annehmen, daß eine ſolche Bewegung ſehr entlegenen Orten mitgetheilt werde, und dieſer Erfolg laſſe ſich auf eine leichte Art erklären, wenn man auf die Höhlen und Spalten, die ſich in den Gebirgen finden, Rückſicht nehme. Das in Dunſt aufgelößte Waſſer und die verſchiedenen elaſtiſchen Flüſſigkeiten, welche ſich aus den unter der Erde brennenden Subſtanzen entbinden, dringen mit Gewalt in die Spalten ein und wirken gerade ſo, wie ein heftiger Wind; ſie verurſachen zugleich ein ſtarkes Getöſe,

und

und ſetzen alles, was ihrem freyen Laufe hinderlich iſt, in Bewegung; der Stoß wird alſo da, wo die Spalte enger iſt, ſtärker ſeyn, und ſich mehr äußern, als an den Orten, wo ſie weit iſt. Daraus läßt ſich erklären, warum alle Orte, welche in der geraden Richtung des Stoßes oder über derſelben liegen, nicht auf gleiche Art erſchüttert werden. Der Stoß werde übrigens um ſo mehr an Heftigkeit abnehmen, je mehr er ſich von dem eigentlichen Feuerheerde entfernt, weil ſich die Dünſte, ſo wie ſie durch dieſe kalten Gegenden gehen, verdichten werden. Auch könnten die Dünſte noch in einer gewiſſen Entfernung vom unterirdiſchen Feuer brennen, wenn ſie nicht Zeit genug gehabt hätten, ſich abzukühlen, und ſie werden daher, ſobald ſie mit der freyen Luft in Berührung kommen, in Flammen ausbrechen.

Aus allen dieſen Thatſachen könnten wir nun folgende Schlüſſe ziehen: 1. es giebt viele unterirdiſche Feuer, die uns ganz unbekannt ſind, und die gewöhnlicher Weiſe ruhig brennen; wenn aber durch örtliche Umſtände Gelegenheit gegeben wird, daß Waſſer zu dieſen Feuern gelangt, ſo wird die Flüſſigkeit in Dünſte verwandelt werden, und dann mehr oder weniger heftige Stöße und Erſchütterungen zuwege bringen; 2. es giebt viele Spalten und Höhlen unter der Erde, welche ſich ungemein weit erſtrecken. Dergleichen Spalten kommen nur in Gebirgen der zweyten Art vor. Wirklich pflanzen ſich auch immer die Erdbeben nur durch dieſe Gebirgslagen fort, und das Erdbeben zu Liſſabon, das ſich ſo außerordentlich weit erſtreckte, beweißt, daß ſolche Spalten ſehr weit und ſelbſt unter dem Meere fortgehen. Auch habe man noch keine Beobachtungen gemacht, welche bewei-

beweiſen könnten, daß Erdbeben in urſprünglichen Gebirgen ſtatt gehabt hätten; indeſſen könnten dieſe Gebirge durch die Erſchütterungen, welchen die an dieſelben angrenzenden Gebirge der andern Art ausgeſetzt geweſen ſind, allerdings ſo bewegt worden ſeyn, daß man Stöße in denſelben bemerkt habe. Bey der Zerſtörung Calabriens blieben die Städte, die auf Granit erbauet waren, unverſehrt ſtehen, indeß diejenigen, welche auf oder dicht an Steinlagen von der zweyten Art ſtanden, umfielen und zertrümmert wurden. Die Wirkung ſolcher Erdbeben beſtehe alſo darin, daß die Erdſchichten, in welchen ſich dieſelben äußern, ihre Lage verändern und oft ganz umgekehrt werden.

Zuletzt bemerkt er noch, daß freylich ſo viel gewiß ſey, daß wir die Kräfte dieſer unterirdiſchen Dünſte nicht ganz genau zu ſchätzen im Stande wären.

Woher das Meerwaſſer ſein Salz erhalten habe, darüber hat man beſtändig verſchiedene Meynungen gehabt. Verſchiedene glaubten, das Meerwaſſer ſey geſalzen erſchaffen, oder das Salz werde in demſelben erzeugt. Andere ſind der Meynung, daß es auf dem Grunde Salzlager und Salzberge gebe, welche das Meer nach und nach auflöſe. Ferner vermuthen Einige, daß im Meere, worin ſo viele Körper faulten, und in welches ſich aller Unrath vom feſten Lande durch die Flüſſe ergöſſe, Salz durch einen uns noch unbekannten Mechanismus erzeugt werden könnte. De la Metherie [a]) macht ſich hievon folgende Vorſtellung: nachdem das feſte Land zum Vorſchein gekommen ſey, und lebende Weſen ihr Daſeyn erhalten hätten, ſo haben ſich auch an der Ober-

fläche

a) Theorie der Erde. aus d. Franzöſ. Th. II. S. 306.

fläche der Erde ſehr viele und verſchiedene Salze (Meerſalz, vitriolſaure und ſalpeterſaure Salze) erzeugt, welche alsdann von den Wäſſern aufgelößt und ins Meer übergeführt wären; die ſalpeterſauren Salze haben ſich zerlegt, die Salze hingegen, welche Vitriol- und Kochſalzſäure in ihrer Miſchung hatten, ſeyen geblieben, was ſie waren, und das Meerwaſſer habe ſich mehr oder weniger damit geſättigt, je nachdem das Klima wärmer oder kälter war. Lichtenberg zweifelt, ob überhaupt die Frage, woher das Meer ſein Salz erhalte? wirklich einen vernünftigen Sinn habe. Das Meer nämlich erhalte kein Salz, ſondern es behalte nur das, was es einmal habe. Es wäre alſo bloß die Frage, woher das Meer ſein erſtes Salz bekommen habe, und dieß gehöre zur Schöpfungs- und Bildungsgeſchichte der Erde.

Durch die Bemühungen der Herren Dan. Bernoulli, Euler, Cavallerie und Mac-Laurin, wodurch ſie die Geſetze der ſo regelmäßigen Bewegung des Meeres, der Ebbe und Fluth, beſtimmt hatten, erhielt Newton's Theorie eine groſſe Stütze. Indeſſen ergab doch die Vergleichung der Beobachtungen mit dieſer Theorie eine auffallende Abweichung von letzterer, welche aber durch die Bemühungen der Herren Hube und la Place glücklich gehoben wurde. Herr Hube[b]) geht nur in einigen ſeiner Beobachtungen zu weit; denn er beſchuldigt Newton und alle ſeine Nachfolger, daß ſie bey Erklärung der Erſcheinungen der Ebbe und Fluth den wahren Geſichtspunkt verfehlt hätten, indem hier nicht ſowohl die Frage ſey, woher es komme, daß das

b) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. III. 30 bis 32. Brief.

das Meer an einem Orte höher, an dem andern niedriger ſtehe? als vielmehr, welche Urſache ſo gewaltſame und ſo ſonderbare Bewegungen in dem Meere hervorbringe? Nach Newton ſolle durch die vereinigte Wirkung der Sonne und des Mondes das Meer um 10, zuweilen höchſtens um 12 Fuß höher ſtehen, als an den Orten, welche 90° davon entfernt ſind. Würde eine ſo geringe Ungleichheit des Drucks in einer ſo ungeheuren Weite wohl merklich ſeyn, oder eine merkliche Bewegung im Meere hervorbringen können? Ueberdieß könne die Erhebung, welche ſich Newton gedenke, nie zu Stande kommen, und die durch den verſchiedenen Druck des Waſſers gebildete Afterkugel ſey ein bloßes Werk der Einbildung. Wenn die Erde ſich nicht drehete, ſo gebe er zu, daß das Meer die Geſtalt einer ſolchen Kugel annehmen würde; allein es würde gewiß ſehr viele Zeit brauchen, ehe es ſich in dieſe Geſtalt ſetzen könnte, da aus dem höchſt geringen Unterſchiede des Drucks nur eine höchſt ſchwache Bewegung im Meere entſtehen könnte. Und dennoch muß das Waſſer von unten an beyden Seiten durch 1350 Meilen fortfließen, um die gehörige Erhöhung unter der Sonne oder dem Monde zu bilden. Wie ſey es aber möglich, daß dieſe Erhöhung jetzt zu Stande kommen könnte, da die Erde ſich in 24 Stunden um ihre Achſe drehe, da daſſelbe Waſſer, welches jetzt ſchwerer iſt, wieder leichter werde, faſt ehe es noch anfängt fortzufließen; da alſo jede anfangende Bewegung des Meers, ehe ſie noch hat merklich werden können, wieder vernichtet werde? Mit einem Worte, das Meer habe wegen der Umdrehung der Erde um ihre Achſe gar nicht Zeit, ſich um die Erdkugel herum ins Gleichgewicht zu ſetzen; es könne alſo unmöglich eine Geſtalt annehmen, die nur bey einem

voll-

vollkommenen Gleichgewichte aller ſeiner Theile ſtatt finden würde.

Wenn man die Urſachen der Ebbe und Fluth gehörig erklären wolle, ſo müſſe man nicht ſowohl, wie Newton gethan habe, auf die Größe der Kräfte, mit welchen Sonne und Mond auf die Erde wirken, als vielmehr auf ihre Richtung ſehen. Durch die Wirkung des Mondes und der Sonne entſtehen nämlich auf der Erdoberfläche Tangentialkräfte, und dieſe ſeyen es eigentlich, durch welche die Ebbe und Fluth erzeugt werde. Wenn (fig. 62.) f die Erde, c ihr Mittelpunkt und in t die Sonne oder der Mond iſt, ſo wird jeder Punkt der Oberfläche der Erde durch die Sonne oder den Mond, indem er von b nach e, oder von d nach a geht, beſchleunigt, aber zwiſchen e und d, und zwiſchen a und b verzögert. Dieſe Tangentialkraft nun, mit welcher die Sonne oder der Mond jeden Punkt des Umfanges der Erde gegen e oder a zieht, iſt in d, e, a, b = o, und mitten zwiſchen dieſen Punkten allezeit am größten.

Dieſe Kraft iſt allenthalben auf die Richtung der Schwere ſenkrecht. Sie durchdringt die ganze Maſſe der Meere, und iſt an jedem Orte der Erde, ſo wie die Schwere, bis auf den Grund des Meers ſich ſelbſt faſt vollkommen gleich. Sie iſt alſo eine der Schwere ähnliche Kraft, und ändert die Richtung derſelben. Denn geſetzt (fig. 63.) ad zeige die Richtung und Größe der Schwere an irgend einem Orte der Erde und ab die Tangentialkraft der Sonne und des Mondes an, ſo wird nunmehr an demſelben Orte die Richtung der Schwere nicht mehr nach ad, ſondern nach der Diagonale ac des Parallelogramms abcd gehen, ſo lange ſich daſelbſt die Kraft ab nicht ändert. Iſt

nun

nun die in e verlängerte Linie ab die Horizontallinie deſſelben Orts und af auf ac ſenkrecht, ſo werden die Winkel fae und dac einander gleich, und af verhält ſich zu fe wie ad zu ab, wenn ef auf af ſenkrecht iſt, af iſt eigentlich die Horizontallinie der neuen Schwere ac, und das Meer kann nicht in Ruhe ſeyn, als bis ſich ſeine Oberfläche in dieſer Linie befindet. Die alte Horizontallinie ae iſt nunmehr eine geneigte Ebene, an welcher das Waſſer durch ſeine eigene Schwere herabgetrieben wird.

Freylich iſt dieſe Veränderung in der Richtung der Schwere ſo ſehr klein, daß ſie ſich an keinem Bleylothe auf irgend eine Art bemerken läßt. Sie kann auch auf dem feſten Lande keine einiger Maaßen merkliche Folgen haben; allein ſie iſt dennoch unſtreitig im Stande, Meere, die groß und tief genug ſind, zum Fließen zu bringen. Denn ſollte auch die Neigung der Oberfläche des Meers nur den 15. oder 16. Theil von der Neigung des Amazonenfluſſes betragen, ſo würde doch ſchon eine merkliche Strömung entſtehen müſſen. Da nun der Fall des Amazonenfluſſes nach de la Condamine nur 1 Zoll auf 27000 Fuß beträgt; ſo verhält ſich auch der ſechszehnte Theil von $\frac{1}{27}$ Zoll $= \frac{1}{5184}$ Fuß zu 1000 wie 1 zu 5184000, und ungefähr in einem ſolchen Verhältniſſe iſt auch die Tangentialkraft des Mondes zur Schwere, welche mehrentheils noch durch die Kraft der Sonne verſtärkt wird. Alſo verhält ſich auch fe : af eben ſo, und die Neigung der Linie ae unter af iſt folglich oft mehr als der 15te Theil der Neigung des Amazonenſtroms.

Die Oberfläche der Gewäſſer auf der ganzen Erde erhält alſo durch die von der Sonne und dem Monde bewirkte Veränderung in der Richtung der Schwere eine

eine Neigung, von der einen Seite gegen e (fig. 62.), von der andern gegen a zu fließen, und dieſe iſt hinreichend, große und tiefe Meere in eine merkliche Bewegung zu ſetzen. Wenn nämlich die Erde ſich von b durch e und d dreht, ſo entſteht in den Waſſertheilen bey b eine eigene und beſondere Bewegung, die auch gegen e gerichtet iſt, alſo von Weſten nach Oſten geht. Dieſe wird 6 Stunden lang und am ſtärkſten mitten zwiſchen b und e beſchleunigt. In e hört alle Beſchleunigung auf, aber dennoch dauert die Bewegung noch nach derſelben Richtung fort. Sie wird über e hinaus immer mehr verzögert, würde aber dennoch bis in d fortdauern, wenn ſie nicht von b an durch allerley unvermeidliche Hinderniſſe beſtändig geſchwächt würde; ſie hört alſo ſchon in einem Punkte f auf, welcher von e, vermöge der Erfahrung, mehrentheils 30° entfernt iſt. Hier iſt das Meer am höchſten über die Horizontallinie ef erhoben, und es iſt daſelbſt Fluth. Nun fängt das Waſſer, indem es aus f weiter gegen d geht, an, abzufließen und rückwärts gegen e, alſo von Oſten nach Weſten, zu ſtrömen. Dieſe Bewegung wird nach und nach immer mehr beſchleunigt, bis endlich in d alle Beſchleunigung aufhört. Aber dennoch dauert der Rückfluß eben ſo, wie vorher der Zufluß, noch durch etwa 30 Grad bis in g fort. Hier hört er auf, es iſt daſelbſt Ebbe und das Waſſer am niedrigſten unter dg. Von g fängt das Waſſer an, gegen a zu fließen, es bildet hinter a eine zweyte Fluth in h, und da es von hier an wieder rückwärts fließt, ſo entſteht unter b eine zweyte Ebbe in k u. ſ. w.

Bliebe der Mond während der Umdrehung der Erde um ihre Axe beſtändig an einer Stelle, ſo wür-

den zwiſchen jeder Fluth und der nächſten Ebbe 6 Stunden verfließen, weil die Erde bey ihrer Umdrehung 6 Stunden Zeit gebraucht, um durch ed, da, u. ſ. zu gehen. Aber da unterdeſſen auch der Mond von Weſten nach Oſten, und zwar im Mittel um 13 Grad 10 Minut. 35 Sek., weiter fortrückt, ſo braucht der Punkt e an 24 Stunden 50 Minuten Zeit, um nach Einer Umwälzung der Erde wieder in die Linie lc zu kommen, welche die Mittelpunkte des Mondes und der Erde vereinigt. Da nun der Mond zur Bewegung des Meers bey weitem das meiſte beyträgt, ſo müſſen zwiſchen der Fluth des einen und der des folgenden Tages an jedem Orte im Mittel 24 Stunden 50 Minuten verfließen, und dieß ſtimmt auch mit der Erfahrung völlig überein.

Demungeachtet aber wird die Ebbe und Fluth durch die Wirkung der Sonne, nach Beſchaffenheit ihrer Lage gegen den Mond, bald merklich verſtärkt, bald merklich vermindert. Wenn der Mond in den Syzygien iſt, wenn alſo Sonne und Mond in eben derſelben geraden Linie le liegen, ſo wirken beyde Himmelskörper am meiſten übereinſtimmend auf die Erde. Die Wirkung des Mondes wird alſo durch die Sonne am meiſten verſtärkt, und Ebbe und Fluth ſind alsdann am größten. Wenn aber der Mond in ſeinen Vierteln iſt, und ſich alſo irgendwo in der Linie bd, die Sonne aber in l befindet, ſo geſchieht die Wirkung bloß mit dem Unterſchiede ihrer Kräfte, und iſt überhaupt am kleinſten. Denn indem der Mond z. B. das Waſſer von e nach d treibt, zieht es die Sonne zugleich von d nach e. Alſo iſt Ebbe und Fluth in den Mondvierteln am kleinſten, und rührt alsdann bloß vom Unterſchiede derjenigen Kräfte her, die in den Syzygien vereinigt ſind.

Das

Das in der Gegend der Fluth angehäufte Waſſer würde immer fortfahren, zurückzufließen, wenn auch Sonne und Mond auf das Meer zu wirken ganz aufhörten. Es würde durch ſein eigenes Gewicht ſich hin und her bewegen, und noch einige Fluthen und Ebben machen, wovon die eine aber immer viel ſchwächer ſeyn würde als die andere, ehe es ganz in Ruhe käme. Hieraus iſt leicht zu begreifen, daß die Höhe einer Fluth nicht bloß von der Größe der Kraft abhängt, durch welche ſie erzeugt wird, ſondern daß auch die nächſtvorhergehenden Fluthen um deſto mehr dazu beytragen, je größer ſie ſind. Vor dem Vollichte z. B. ſind die Fluthen mittelmäßig, und am Tage des Vollichts groß. Nun nimmt zwar hierauf die Kraft, mit welcher das Meer bewegt wird, ab, aber Anfangs doch nur ſehr wenig. Alſo werden die zwey gleich aufs Vollicht folgenden Fluthen gewöhnlich größer, als die eigentliche Fluth des Vollichts. Denn die Kraft bleibt bey allen dieſen Fluthen faſt gleich groß, und jede folgende folgt auf eine größere Fluth, als jede vorhergehende. Sobald aber die Kraft merklich abgenommen hat, werden auch die Fluthen kleiner. Auf eine ähnliche Art nehmen auch nach den Vierteln die Fluthen noch etwa durch anderthalb Tage immer ab, da jede der folgenden eine kleinere Fluth vor ſich hat, als jede der vorhergehenden, und die Kraft in dieſer Zeit faſt gar nicht merklich zunimmt.

Die Springfluthen ſind am größten, wenn der Mond in der Erdnähe, und am kleinſten, wenn er in der Erdferne iſt. Denn der Mond wirkt überhaupt um deſto ſtärker auf die Erde, je näher er ihr kommt.

Wenn der Mond zwiſchen den Syzygien und den Vierteln iſt; wenn er ſich in der Linie (fig. 64.) cl

oder cm befindet, die Sonne aber in ſ, und der Winkel lcſ oder der Winkel mcſ 45 Grad iſt, ſo kömmt die Fluth von der einen Seite um mehr als eine Stunde ſpäter, und von der andern um mehr als eine Stunde früher an, als ſie nach der mittleren Zeit ankommen ſollte. Denn iſt der Mond in l, ſo fängt er zwar ſchon an, das Waſſer in n zu verzögern; allein die Verzögerung iſt nahe bey n nur ſehr gering. Hingegen wird daſſelbe Waſſer durch die Sonne noch immerfort beſchleunigt, und zwar am ſtärkſten in n mitten zwiſchen d und a. Da alſo um n herum die Kraft der Sonne größer iſt, als die des Mondes, ſo dauert auch die Bewegung des Waſſers gegen a zu wirklich länger als gewöhnlich; und die hohe Fluth, die ſonſt in f geweſen ſeyn würde, erfolgt erſtlich in g, dagegen iſt von der andern Seite die Fluth ſchon in i, die ohne die Wirkung der Sonne erſt in h geweſen ſeyn würde.

Ueberhaupt wird die Zwiſchenzeit der Fluthen von a bis e, und zwiſchen b und d durch die Wirkung der Sonne verkürzt, aber zwiſchen e und b, wie auch durch da, verlängert. Nahe an a und b pflegen die verkürzten Zwiſchenzeiten 24 Stunden 35 Minuten, und nahe an d und e die verlängerten 25 Stunden 25 Minuten zu ſeyn, anſtatt daß im Mittel jede Zwiſchenzeit 24 Stunden 25 Minuten halten ſollte. Indeſſen ſind die Verkürzungen und Verlängerungen am ſtärkſten in n und o, wie auch mitten zwiſchen e und b und zwiſchen b und d.

Die Zeit der Fluthen hängt ohnſtreitig auch zum Theil von der Beſchaffenheit der Meere ab. In dem Ocean des heiſſen Erdſtrichs erfolgt mehrentheils die Springfluth $2\frac{1}{4}$ Stunde nach dem Durchgange des Mon-

Mondes durch den Meridian, und ſie iſt mitten im Meere nicht über 2 bis 3 Fuß hoch. Giebt es nun Striche, wo die Meere wenig tief ſind, und wo häufige Klippen und Ungleichheiten des Bodens die Bewegung des Waſſers ſehr ſchwächen, ſo müſſen daſelbſt die Fluthen nur geringe ſeyn, und zeitiger ankommen, als anderwärts, weil das Waſſer ſeine Bewegung eher verliert. Unfehlbar findet dieſer Fall auf dem ſtillen Meere bey Taiti ſtatt, wo die Springfluthen nur 1 Fuß hoch ſind, und $\frac{1}{2}$ Stunde eher ankommen, als der Mond durch den Meridian geht.

Wenn auch gleich bey dieſer Erklärung der Fluthen mitten im großen Meere unter dem Aequator angenommen worden iſt, daß die Sonne oder der Mond in der Ebene dieſes Kreiſes ſich befinde, ſo ändert dieß doch in der Hauptſache nichts, weil ſich beyde von dieſer Ebene nicht weit entfernen.

Nach Newton und der gemeinen Theorie ſollten die Fluthen um den Aequator viel größer ſeyn, als anderswo. Allein die Erfahrung widerſpricht dieſem Satze ſo laut, daß Herr Hube dieſen Widerſpruch für die bündigſte Widerlegung jener Theorie hält. Es giebt zwar in dem heißen Erdſtriche Küſten, wo die Fluth auf 6 bis 8 Fuß und wohl höher ſteigt; allein dieſe außerordentliche Höhe hat unfehlbar in der beſondern Lage der Küſten ihren Grund. Sonſt ſind mitten in den Meeren dieſes Erdſtrichs, nach dem einhelligen Zeugniſſe der glaubwürdigſten Reiſenden, ſelbſt die größten Fluthen nie höher, als 1 oder 2 bis 3 Fuß. Hierüber haben wir Beobachtungen von der Inſel St. Helena, von den philippiniſchen und moluckiſchen Inſeln, von Martinique, von Taiti, von Guinea unter dem 4. Grad nördlicher

Breite und von vielen andern Gegenden. Herr le Gendil, Herr Adanſon, Herr Deverdûn und viele andere Seefahrer bekräftigen dieſe Wahrheit, und ſelbſt am Vorgebirge der guten Hoffnung ſteigt die Fluth nur höchſtens auf 3 Fuß.

Kömmt man aber nach Norden zu in den gemäßigten Erdſtrich, ſo findet man die Höhe der Fluthen vermehrt. Bey den kanariſchen Inſeln, etwa unter dem 30. Grade der Breite, ſteigen die Springfluthen auf 7 bis 8 Fuß; an den Küſten von Marokko und denen von Spanien vor der Meerenge von Gibraltar bis an das Vorgebirge St. Vincent, alſo etwa bis auf 37. Grad Breite, auf 10 Fuß; an den Küſten von Portugall und Spanien, bis auf etwa 43. Grad Breite, auf 12 Fuß; vom Vorgebirge Finisterrä bis zum Ausfluſſe der Garonne, alſo bis etwa an 46. Grad Breite, auf 15 Fuß; bey der Inſel Rhée und bis zum 48. Grad Breite auf 18 Fuß; in der Bay, worin St. Malo liegt, alſo unter 48. bis 49. Grad Breite, auf 20 bis 25 Fuß und höher. Nun fangen die Fluthen an der Küſte der Normandie wieder allmählig an, abzunehmen, und werden bis gegen den Pol zu immer kleiner, ſind aber ſelbſt in der Hudſonsbay, in der Baſſinsbay und in der Höhe von Spitzbergen noch immer ſehr merklich und oft viel größer, als ſelbſt unter dem Aequator.

Die ſehr große Höhe der Fluthen in dem Eingange des Kanals, an den Küſten der großen Bucht von St. Malo, kann zum Theil von der Lage der Küſten herrühren; aber dennoch kann ihre ganz regelmäßige Zunahme vom Aequator an keinen zufälligen Umſtänden zugeſchrieben werden. Es ſcheint vielmehr ausgemacht zu ſeyn, daß die Fluth im atlantiſchen

Ocean

Ocean zwiſchen dem 40. und 50. Grad Breite überhaupt am größten iſt, und von da an gegen den Pol von einer, und gegen den Aequator von der andern Seite immer mehr abnimmt. Selbſt an den ſchottiſchen und iriſchen Küſten ſteigt ſie faſt überall auf 18 Fuß. In der ſüdlichen Hälfte der Erdkugel ſcheint eben dieſes Geſetz ſtatt zu finden; wenigſtens erhebt ſich nahe an der magellaniſchen Meerenge die Fluth bis auf 20 oder 25 Fuß.

Nach der gemeinen Theorie der Ebbe und Fluth läßt ſich dieſe Erſcheinung gar nicht erklären, ſie kann aber nach den eben angeführten Gründen ſo eingeſehen werden: man ſtelle ſich (fig. 65.) den Mond l in der Ebene des Aequators e, und in irgend einem Parallelkreiſe d einen Punkt a vor; c ſey der Mittelpunkt, n ſ die Axe der Erde, und ab auf der Ebene des Aequators ſenkrecht, ſo ſieht man leicht, daß die nach al gerichtete Kraſt, womit der Mond den Punkt a anzieht, in zwey andere Kräfte, die eine nach ab, die andere nach bl oder am, aufgelößt werden kann. Mit der letztern, deren Richtung allezeit mit bl parallel iſt, zieht der Mond den Kreis d völlig eben ſo, als wenn er in m, in der Ebene des Kreiſes d läge, nur daß ſeine Ziehkraft um deſto ſchwächer wird, je größer ab iſt. Alſo werden die Meere im Parallelkreiſe d völlig eben ſo, wie im Aequator, nur mit ſchwächern Kräften, von Weſten nach Oſten, oder von Oſten nach Weſten getrieben. Die Kraft nach ab aber muß in eine nach c gerichtete af, und in eine Tangentialkraft ag zerlegt werden. Die erſtere vermehrt die Schwere in a, durch die zweyte aber wird das Waſſer aus a gegen den Aequator getrieben. Dieſe letzte iſt unter einer Breite von 45 Gra-

den am größten. Die im Parallelkreiſe d ſtrömenden Waſſer werden alſo beſtändig gegen den Aequator zu getrieben, und zwar am ſtärkſten unter einer Breite von 45 Grad. Wenn daher etwa 30 Grad vom Monde die ſtrömenden Waſſer von einem Pole n bis zum andern ſ auf dem Meridiane naſ einen Waſſerberg bilden, ſo iſt dieſer unter einer Breite von 45 Grad am größten. Jedoch gilt dieſes nur in dem Falle, da Sonne und Mond ſich im Aequator befinden. Wegen der Abweichung aber, die beyde Geſtirne mehrentheils haben, laſſen ſich die Punkte der ſtärkſten Fluthen ſo genau nicht beſtimmen. Indeſſen kann man doch ſagen, daß ſie zwiſchen dem 40ten und 50ten Grad Breite fallen müſſen.

Es giebt noch einen andern Umſtand, wodurch ſich die Fluthen außer dem Aequator von denen unter ihm unterſcheiden. Wenn nämlich der Mond eine gewiſſe Abweichung hat, ſo fallen die Punkte h und i, die eben ſo weit vom Monde entfernt ſind, und alſo auch eben ſo ſtark angezogen werden, als der Mittelpunkt der Erde c, nie in einen Durchmeſſer ihres Parallelkreiſes, ſondern bey den Bogen hdi und hoi iſt immer einer kleiner oder größer, als der andere. Dieſer Unterſchied nimmt gegen die Pole immer mehr zu, und er verurſacht, daß die zwey nächſten Fluthen, die ſich in beyden Bogen bilden, einander allezeit ungleich ſind. Ihre Ungleichheit kann ſo weit gehen, daß die eine Fluth bey einer hohen Breite von etwa 60 Grad und darüber oft ganz unmerklich wird, und daß alſo das Meer in 24 Stunden nur einmal fluthet. Schon an den franzöſiſchen Küſten ſind aus dieſer Urſache die Springfluthen im Sommer bey Tage merklich höher und

im

im Winter merklich niedriger, als bey der Nacht. Dasjenige, was der einen Fluth abgeht, wächſt gleichſam der andern zu, und die Tagesfluthen würden nahe an den Polen im Sommer lange ſo groß nicht ſeyn, als ſie wirklich ſind, wenn die Nachtfluthen nicht ſehr klein oder gar unmerklich wären.

Wenn die Fluthen großer und tiefer Meere, indem ſie ſich den Küſten nähern, genöthigt ſind, ſich in engen Durchgängen zuſammen zu drängen, ſo wird ihre Bewegung oft ſehr ſtark beſchleunigt, ſo wie auch Ströme ſchneller fortfließen, wenn ihr Bett ſich verengt. Stoßen ſie nun zuletzt mit einer ſo vermehrten Geſchwindigkeit an die Küſten, ohne daß ſie an ihnen zur Seite abfließen und ſich ausbreiten können, ſo erheben ſie ſich ſo lange, bis ſie ihre ganze Bewegung verlieren, und fließen hierauf denſelben Weg wieder zurück, welchen ſie gekommen ſind. Sie erheben ſich alsdann deſto höher, je größer die Geſchwindigkeit war, mit welcher ſie an den Küſten anſtießen, und ſteigen deshalb oft auf eine ungemeine Höhe. Dieſer Fall ſcheint unter andern bey St. Malo ſtatt zu finden, wo die Fluth zuweilen bis auf 80 Fuß und höher ſteigt. Ueberhaupt werden die Fluthen des atlantiſchen Meeres, indem ſie ſich in dem Kanale zuſammendrängen, beſchleunigt, und da ſie von Nordweſten herkommen, ſo ſtoßen ſie vorzüglich auf die franzöſiſchen Küſten, und erheben ſich daher an dieſen auch höher, als an den engliſchen.

In den kleinern Meeren kann, wenn ſie entweder von Oſten nach Weſten wenig ausgedehnt, oder auch wenn ſie ſeicht ſind, keine merkliche Ebbe und Fluth entſtehen, obgleich der Mond und die Sonne in ihnen oft Bewegungen hervorbringen, die aber zu

 ſchwach

ſchwach ſind, um mitten auf den Meeren merkliche Erhebungen zu verurſachen. Bloß hier und da in einigen Buchten an den Küſten, wo das bewegte Waſſer ſtark zuſammengedrängt wird, bemerkt man ein geringes Steigen und Fallen deſſelben. So verhält ſich die Sache mit dem mittelländiſchen, dem ſchwarzen, dem baltiſchen Meere u. ſ. w. Haben dergleichen Meere mit großen und tiefen Meeren Gemeinſchaft, welche fluthen, ſo kommt alles auf die Weite und Beſchaffenheit der Meerengen an, welche zwiſchen ihnen ſind. Das mittelländiſche Meer z. B. iſt ſehr breit, und hat bey Gibraltar eine ſchmale Meerenge. Das fluthende Waſſer des atlantiſchen Meeres wird in dieſer zwar beſchleunigt, da es aber gleich darauf ſich nach allen Seiten verbreiten kann, ſo verliert es in kurzer Zeit faſt ſeine ganze Bewegung, und kann ſich daher an den Küſten nicht merklich erheben. Eine ähnliche Bewandtniß hat es mit der Oſtſee. Das rothe Meer hingegen hat bey Babelmandel eine an 10 deutſche Meilen breite Meerenge, iſt alſo ſehr offen und dabey ſchmal. Daher behalten die eintretenden Fluthen ihre Höhen und Geſchwindigkeiten bey, indem ſie durch dieſes Meer heraufſteigen.

Wenn Flüſſe ſich in Meere ergießen, welche fluthen, ſo ſteigt die Fluth zwar langſam, aber dennoch oft bis auf eine große Weite in ihnen herauf, weil das fluthende Meer ihre Oeffnung gleichſam verſtopft, und dadurch das Waſſer aufſtauet. So müſſen oft auch große Seen, wenn ſie gleich auch weit ſind, einer merklichen Ebbe und Fluth unterworfen ſeyn, wenn ſie durch Straßen oder Meerengen einen ſtarken Abfluß in große und fluthende Meere haben. Dieſer Fall ſcheint unter andern bey der Hudſons-

und

und Baffinsbay in Amerika ſtatt zu finden. Indeſſen läßt ſich von den beſondern Erſcheinungen der Ebbe und Fluth in gewiſſen Gegenden der Erde wenig Zuverläſſiges ſagen, weil uns ſichere Nachrichten von den Umſtänden fehlen, aus welchen ſie erklärt werden müſſen.

So werden die Totalkräfte, mit welchen Sonne und Mond die Meere bewegen, ungemein anſehnlich, ungeachtet ihre Elementarkräfte ſo außerordentlich klein und unbeträchtlich ſind, bloß weil die Dichtigkeit und Maſſe der bewegten Meere ſo groß iſt. Die Geſchwindigkeit der fluthenden Waſſer iſt nach dem Zeugniſſe aller Reiſenden mitten auf dem Ocean wenig merklich, und vielleicht im Mittel kaum 2 bis 3 Fuß in einer Sekunde. Denn wenn in kleinen Meeren die Fluthen, welche daſelbſt nicht entſtehen, ſondern nur aus dem Ocean herbeygetrieben werden, viel geſchwinder fortgehen, ſo kömmt dieſes bloß daher, daß eine ungeheure Waſſermenge einer viel kleinern ihre Bewegung mittheilt, und daß dieſe jener nicht anders ausweichen kann, als indem ſie ſehr ſchnell fortgeht. Wenn alſo auch der Mond und die Sonne der Atmoſphäre der Erde mit denſelben Elementarkräften eine gleiche Geſchwindigkeit von 2 bis 3 Fuß beybrächten, ſo würde dennoch dieſe unſtreitig ganz unmerklich ſeyn. Allein ſelbſt jene geringe Geſchwindigkeit erzeugt ſich nur ſehr langſam nach und nach in dem ruhigen Meere, und kann alſo in der Atmoſphäre, wo beſtändig Winde herrſchen, gar nicht einmal zu Stande kommen. Ueberdieß iſt die Luft dem Waſſer ſehr unähnlich. Dieſes wird im Großen nur durch ſeine Schwere bewegt; in der Luft aber iſt die Federkraft eine unendlich wirkſamere Urſache der heftigſten Bewegungen, als die Schwere. Die Atmoſphä-

moſphäre iſt mit einer Waſſerſäule von etwa 30 Fuß Höhe im Gleichgewicht. Nimmt man an, daß der Ocean im Mittel 6000 Fuß tief iſt, und dieſe Tiefe iſt vielleicht noch zu klein, ſo ſieht man leicht, daß die Totalkraft, womit Sonne und Mond die Atmoſphäre bewegen, kaum $\frac{1}{200}$ von der auf die Meere verwendeten Totalkraft iſt. Daher kann auch die mit dieſer Kraft bewirkte Veränderung in der Luft unmöglich bemerkbar ſeyn. Und was vollends die Abnahme der Schwere der Atmoſphäre betrifft, wie wäre es möglich, ſie zu bemerken, da ſie kaum ein Fünfmilliontheilchen der ganzen Schwere ausmacht? Alles alſo, was Einige von den großen Einwirkungen des Mondes auf unſere Atmoſphäre und von der darin erregten Ebbe und Fluth ſagen, beruht auf Vorurtheilen.

Herr Hube ſcheint Newton und die großen Männer, Euler, Bernoulli, Mac-Laurin u. and. zu beſchuldigen, daß ſie bey ihren oft weitläuftigen Berechnungen über Ebbe und Fluth keinesweges auf die Umdrehung der Erde um ihre Axe geſehen, ſondern ſie ganz allein für die ſtillſtehende Erde, für den Stand des Meeres gegen den Mond, nicht aber für ſeine Bewegung gemacht hätten. Allein Herr Fulda [c]) bemerkt ganz richtig, daß dieß keinesweges der Fall geweſen wäre. In ſeinen Bemerkungen über Hube's Erklärung der Ebbe und Fluth ſagt er: ſtellt man ſich, da die Kraft des Mondes nur auf die Verſchiebbarkeit der Waſſertheilchen an einander zu wirken vermag, um die Erſcheinung im Ganzen hinreichend erklären zu können, die Erde als eine mit Waſſer umgebene Kugel, und den Mond in

c) Grens neues Journal der Phyſik. B. IV. S. 28. f.

in der Ebene ihres Aequators vor, wie auch Herr Hube gethan, ſo werden, da die Diſtanz des Mondes von dem Mittelpunkt der Erde ungefähr 60 Erdhalbmeſſer beträgt, diejenigen Punkte des Aequators, welche nur 59 Erdhalbmeſſer von dem Monde entfernt ſind, ihn alſo ungefähr in ihrem Zenith haben, am ſtärkſten, diejenigen Punkte des Aequators hingegen, welche 61 Erdhalbmeſſer von dem Monde entfernt ſind, denen er alſo ungefähr im Nadir ſteht, am ſchwächſten angezogen; daher wird das Waſſer in den erſtern ſich erheben, in den letztern aber gegen die erſtern zurückbleiben, folglich ſowohl in dieſen als jenen eine Fluth, und in denen zu beyden Seiten 90° von ihnen entfernten Punkten, welchen durch dieſe Erhebung das Waſſer entzogen wird, eine Ebbe entſtehen.

Hiebey iſt nun bloß auf die Verminderung und Vermehrung der Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt der Erde durch den Mond Rückſicht genommen, und nur die Frage beantwortet, warum das Meer unter dem Aequator an dem einen Orte höher, an dem andern niedriger ſtehe? Dieſes iſt aber auch nur die einfachſte Vorſtellung, welche man ſich von dieſer Sache machen kann, und welche man gewöhnlich giebt, um zu zeigen, wie man ſich in der Kürze von dem Erfolg dieſer Erſcheinungen aus der Wirkung des Mondes auf die Erde überzeugen könne. Keinesweges aber iſt die Beſchuldigung des Herrn Hube gegründet, daß Newton, und noch viel mehr die eben genannten Herren, bey dieſer Vorſtellung allein geblieben wären, und keine andere Kräfte, welche bey Umdrehung der Erde um ihre Axe dieſer Bewegung des Meeres hinderlich oder beförderlich ſind, in Betrachtung gezogen hätten.

Herr

Herr Fulda ſucht die gemeine Meynung mit der des Herrn Hube auf folgende Art zu vereinigen:

1. Es ſey (fig. 66.) adbe der Aequator der Erde, l der Mond in deſſen Ebene. Die Erde drehe ſich um ihre Axe nach der Richtung eadb, und m ſey irgend ein Punkt oder ein Waſſertheilchen unter dem Aequator, welches nach den Geſetzen der Schwere von l nach der Richtung lm, und von c nach der Richtung mc im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen angezogen wird. Dieſe Kraft nach ml löſe man in zwey andere mp, mg, die Kraft nach der Richtung mc aber in mp, mf auf; ſo wird von den beyden letztern mg, mf, die eine durch die andere vermindert, daraus folgt eine geſchwächte Kraſt mh. Die beyden erſtern mp aber wirken zugleich nach einerley Richtung, und geben eine verſtärkte Kraft mn. Die mittlere mt dieſer Kräfte mh, mn, iſt nun eigentlich diejenige, die das Gleichgewicht, in welchem der Punkt m gegen die übrigen ſteht, aufhebt; und dieſe giebt eine Tangentialkraft mq, und eine Veränderung in der Schwere mr, auf welche beyde unſer Augenmerk allein gerichtet ſeyn muß.

2. Dieſer Zerlegungsart der auf den Punkt m wirkenden Kräfte bediente ſich Euler, und es iſt leicht zu erachten, daß dieſe als Schwerkräfte auf ihn wirken müſſen, er mag in Ruhe oder durch eine andere Kraft bereits in Bewegung geſetzt ſeyn. Euler findet die Tangentialkraft, welche V heiße, wenn die Diſtanz des Mondes von dem Mittelpunkte der Erde cl = a, die anziehende Kraft des Mondes gegen die Erde = f, und cp = x, cm = y iſt,

V =

$$V = \frac{3\,ſxy}{a^3 \sqrt{(x^2 + y^2)}}$$

die Veränderung der Schwere mr, welche W heiße:

$$W = \frac{ſ(y^2 - 2x^2)}{a^3 \sqrt{(x^2 + y^2)}}$$

3. Wenn man den Winkel mca $= \alpha$, und den Halbmeſſer der Erde mc $= r$ ſetzt, ſo erhält man $x = r.\,\text{ſin}.\,\alpha$, $y = r.\,\text{coſ}.\,\alpha$, mithin

$$V = \frac{3\,rſ}{2\alpha^3}.\,\text{ſin}.\,2\alpha$$

$$W = \frac{rſ}{\alpha^3}(3\,\text{coſ}.\,\alpha^2 - 2)$$

4. Die erſtere, oder die Tangentialkraft V iſt es nun, welche die Schwungkraft ſtört, welche der Punkt m bey ſeiner Umdrehung um den Mittelpunkt c hat, und welche derjenigen, die die Variation des Mondes bewirkt, vollkommen ähnlich iſt, wie leicht erhellet, wenn man ſich in c die Erde, in l die Sonne, in m aber den Mond in ſeiner Bewegung um die Erde vorſtellt; und dieſe Kraft iſt es, welcher Herr Hube allein das Vermögen zuſchreibt, das Meerwaſſer in Bewegung zu ſetzen, alſo Ebbe und Fluth hervorzubringen, da hingegen Euler auf die Verbindung beyder Kräfte Rückſicht nahm, und daraus die Höhe, zu welcher das Waſſer erhoben wird, berechnet. Betrachtet man nun aber, da Herr Hube nur einer dieſer Kräfte gedenkt, jede für ſich allein, ſo entſteht die Frage, welche das meiſte zu einer regelmäßigen Bewegung im Meere beytrage?

5. Dieſe beyden Kräfte ändern ſich, indem der Punkt m nach der Richtung eadb um c läuft, und der

der Winkel mce oder der Bogen em $= \alpha$ ſich ändert, und zwar iſt

a. die Tangentialkraft $V = 0$, wenn

$$\left.\begin{array}{l} \alpha = 0 \\ \alpha = 90^\circ \\ \alpha = 180^\circ \\ \alpha = 270^\circ \end{array}\right\}$$ oder wenn m in e, a, d und b iſt;

hingegen iſt V in der Mitte zwiſchen dieſen Punkten allezeit am größten; $V = \frac{3rſ}{2\alpha^3}$. Zwiſchen e und a, und d und b iſt V poſitiv, daher wird daſelbſt die eigenthümliche Schwungkraft vermehrt. Zwiſchen a und d, und d und b aber iſt V negativ, daher wird daſelbſt die Schwungkraft vermindert.

b. Die Schwerkraft W, die der Mond bewirkt, iſt $= 0$, wenn

$3\,\text{coſ.}\,\alpha^2 = 2$, alſo

$\text{coſ.}\,\alpha = \sqrt{\tfrac{2}{3}} = 0{,}81649\ldots$ oder wenn

$$\left.\begin{array}{l} \alpha = 35^\circ\ 16' \\ \alpha = 144^\circ\ 44' \\ \alpha = 215^\circ\ 15' \\ \alpha = 324^\circ\ 44' \end{array}\right\}$$ iſt

An dieſen Stellen alſo wird die eigenthümliche Schwere der Waſſertheilchen gar nicht geſtört. Dieſe Schwere iſt aber auch negativ am größten, $W = -\frac{2rſ}{\alpha^3}$, wenn $\text{coſ.}\,\alpha = 0$, alſo

$$\left\{\begin{array}{l} \alpha = 90^\circ \\ \alpha = 270^\circ \end{array}\right\}$$ iſt, oder in a und b, wo daher die Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt c vermindert wird. Und dieſe Schwere

re iſt endlich poſitiv am größten, $W = \frac{r\,ſ}{\alpha^3}$,

wenn coſ. $\alpha = 1$; alſo $\left\{\begin{array}{l}\alpha = 0\\ \alpha = 180^\circ\end{array}\right\}$ iſt, oder in e und d, wo daher die Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt c vermehrt wird.

6. Setzt man die eigenthümliche Schwere unter dem Aequator = 1; ſo iſt die Schwere

in e und d $= 1 + \frac{r\,ſ}{\alpha^3}$

in a und b $= 1 - \frac{2\,r\,ſ}{\alpha^3}$

---

ihr Unterſchied $= \frac{3\,r\,ſ}{\alpha\,3}$, oder da r = 1, und x = 60 iſt, ſo beträgt er $\frac{1}{72000}$ der anziehenden Kraft des Mondes gegen die Erde, welches freylich nur geringe iſt, doch aber als eine ſucceſſive Wirkung von e bis a, und von d bis b immer einiges zur Bewegung des Waſſers beytragen mag. Daß aber Euler die Schwäche dieſer Kraft ſehr wohl gefühlt habe, beweißt dieß, daß er ſie bey der Beſtimmung der durch dieſe Kräfte gebildeten Geſtalt der Erde ganz aus der Acht ließ, und nur die eigenthümliche Schwere mit der geänderten Schwungkraft verglich.

7. Leitet man die Fluthen allein aus der erſten Kraft her, ſo iſt die größte Kraft, die ſie bewirkt: $V = \frac{3\,r\,ſ}{2\,\alpha^3}$. Werden aber die Fluthen allein aus der zweyten Kraft hergeleitet, ſo iſt die größte Kraft,

$W = -\frac{2rſ}{\alpha^3}$, nur in ſo fern negativ, als ſie der Schwere gegen c entgegenwirkt.

Demnach verhalten ſich dieſe beyden größten Kräfte = 3 : 4. Daher iſt die letztere um $\frac{1}{4}$ ſtärker als die erſtere. Da aber die Schwungkraft ſelbſt nur $\frac{1}{289}$ der Schwere iſt, ſo wird eine, obgleich geringere, Veränderung in ihr weit auffallender, als eine Veränderung in der Schwere ſeyn, und dieß giebt unſtreitig der Meynung des Herrn Hube ein Hauptgewicht.

8. Bisher wurden bloß die Größen dieſer Kräfte, mit welchen der Mond auf die Waſſertheilchen wirkt, und ihre Richtungen unter einander verglichen. Nimmt man nun auch auf die Zeit Rückſicht, in welcher dieſe Kräfte ihre größten Wirkungen äußern, ſo ſieht man leicht, daß, wenn man die Ebbe und Fluth bloß aus der erſten Kraft, wie Herr Hube, herleitet, die größte Fluth in der Mitte zwiſchen c und a, und zwiſchen d und b, wo die Beſchleunigung am größten iſt, alſo da m zu ſeinem Umlaufe 24 Stunden braucht, 3 Stunden eher erfolgen müßte, als der Mond durch den Mittagskreis geht. Leitet man hingegen dieſe Erſcheinung allein aus der zweyten Kraft her, ſo muß die größte Fluth in demſelben Zeitpunkt erfolgen, da der Mond durch den Mittagskreis geht. Eben dieſe Bewandtniß hat es mit der Ebbe in d und c. Nun iſt es eine allgemein bekannte Beobachtung, die Herr Hube ſelbſt erwähnt, daß dieſe größten Fluthen in dem Ocean des heißen Erdſtrichs erſt $2\frac{1}{4}$ Stunde nach der Culmination des Mondes erfolgen, und dieſe Erſcheinung wird ſehr natürlich einer Verſpätung der Waſſertheilchen, einem Aufwand zugeſchrieben, den die Kraft des Mon-

des

des auf Ueberwindung der Trägheit wenden muß. Sollte dieſe Trägheit eine Verſpätung von 5½ Stunden verurſachen, und nicht einer geringen Wirkung fähig ſeyn, da nur geringe Kraft zur Verſchiebung der Waſſertheilchen an einander erfordert wird, und ſollte nicht dieſes beweiſen, daß man den wahren Geſichtspunkt nicht gänzlich verfehlt, wenn man mit der Schwungkraft auf die Schwere zugleich Rückſicht nimmt, indem die zunehmende Verminderung der Schwere zur Beſchleunigung der Schwungbewegung von e bis a beyträgt?

9. Da Herr Hube ſagt, das Meerwaſſer müßte, wenn man nämlich die Ebbe und Fluth nach der alten Meynung erkläre, von unten an beyden Seiten durch 1350 geographiſche Meilen fortfließen, um die gehörige Erhöhung unter dem Monde zu bilden, und wie es möglich ſey, daß dieſe Erhöhung jetzt zu Stande kommen könnte, da ſich die Erde in 24 Stunden um ihre Axe drehte? ſo könnte Mancher hieraus ſchließen, die ältern Naturforſcher hätten ſich vorgeſtellt, das Meerwaſſer ſchieße täglich in Zeit von 6 Stunden von e und d bis a durch 1350 geographiſche Meilen vor, bloß durch die Anziehungskraft des Mondes getrieben, und bilde alsdann durch ſeinen Zuſammenfluß in a dieſe Erhöhung von 10 bis 12 Fuß unter dem Monde. Dieſes könnte ganz irrige Begriffe von der Newton'ſchen Erklärung der Ebbe und Fluth verſchaffen. Daß aber dieſe mit jenem Gedanken gar nicht zuſammenhängt, beweiſen obige von Eulern gefundene Formeln ſehr deutlich, deren erſtere, die Herr Hube allein gebrauchte, die Richtung der Schwere wirklich ändert, die zweyte aber dieſe in ihrer Richtung geänderte Schwere ei-

 nes

nes Punkts m, indem er von e bis a in ſeiner Bewegung um c geht, nach und nach immer mehr vermindert, daher auch ſeine eigenthümliche Schwungkraft von e bis a nach und nach vermehrt, bis ſie in a am größten wird, woraus nothwendig in a ſich das Waſſer allmählig erheben, und wenn m gegen d über a hinausgeht, dieſe Erhöhung ſich nach und nach nicht nur verlieren, ſondern, indem die Schwere gegen d hin vermehrt und die Schwungkraft vermindert wird, das Waſſer ſogar in ſeiner Bewegung zurückgehalten werden muß.

10. Auf dieſe Art tragen beyde Kräfte zu dieſer merkwürdigen Erſcheinung bey, und es iſt daher ganz ungerecht, wenn Herr Hube den Herren Euler, Bernoulli u. a. einen Verfehl des wahren Geſichtspunkts beſchuldigt. Die durch dieſe Kräfte gebildete Afterkugel unſerer Erde, welche Herr Hube für ein bloßes Werk der Einbildung hält, iſt freylich auch nichts anders, und der Weg, ſie zu beſtimmen, eine bloße ſpeculative Unterſuchung, welche, wenn ſie wenigſtens auf dem Wege angeſtellt würde, welchen Euler und Mac-Laurin befolgten, noch immer ihren ſehr großen Nutzen ſtiftete. Daß es ſich damit wirklich nicht ſo verhält, ſcheint gar keiner Widerlegung zu bedürfen, genug, daß es ſich ſo damit verhalten würde, wenn die Erde auch bey Umdrehung um ihre Axe eine vollkommene und ganz mit Waſſer umfloſſene Kugel wäre, ob ſich gleich hier wiederum die eigene Beſchaffenheit dieſer flüſſigen Materie mit hinein miſchte. Die Afterkugel muß immer die Baſis bey dieſer Betrachtung bleiben, ſo wie die Ellipſe ſelbſt bey ſo leichten Körpern, als die Kometen ſind, immer die Baſis bleibt, ob es gleich nicht

bloß

bloß wahrſcheinlich, ſondern wohl gewiß iſt, daß we-gen der Menge von Störungen kein einziger in einer Ellipſe geht.

11. Daß auch Mac-Laurin eben den Gedanken von dem Einfluſſe des Mondes auf die Schwungkraft des Waſſers hatte, beweißt dieſe Stelle in ſect. IV. ſeiner Preisſchrift: ob motum terrae diverſa eſt ratio aeſtus maris. Hinc enim aqua nunquam fit in aequilibrio, ſed perpetuis motibus agitur. Dum aquae moles revolvitur motu diurno, augentur vires, quibus, aſcenſus ejus promovetur in tranſitu aquae a locis d et e ad a et b, et in his locis evadunt maximae; aſcenſus tamen aquae prorogari videtur, poſtquam hae vires aequipollent viribus, quibus deprimitur infra altitudinem, quam naturaliter obtineret, ſi nulla vi extranea motus aquae pertubaretur; adeo ut motus aquae conſiderari poſſet tanquam libratorius, et tantundem fere aſcaudat viribus, quibus elevatur, decreſcentibus, quam iisdem ereſcentibus. . . . . . Auch dieſer Mann hat alſo den wahren Geſichtspunkt nicht verfehlt, ob er gleich zuvor die Möglichkeit der Bildung der ſtillſtehenden mit Waſſer umgebenen Erde in eine Afterkugel auf eine ſehr ſcharfſinnige Art erwieſen hat.

12. Selbſt Newton verglich die Bewegung des Meeres mit der des Mondes in einem Corollar. der allgemeinen Auflöſung der Aufgabe von drey Körpern, auf welches er ſich in der Folge unter der Aufſchrift: fluxum et refluxum maris ab actionibus ſolis et lunae oriri debere, unbedingt beruft, mit dieſen Worten: fingas jam globum corporis c ex materia non fluida conſtantem ampliori et extendi usque ad hunc annulum (a d b e), et alveo per circui-

tum excavato continere aquam, motuque eadem periodico circa axem ſuum uniformiter revolvi. Hic liquor per vices acceleratus et retardatus in Syzygiis velocior erit, in quadraturis tardior quam ſuperficies globi, et ſic fluet, in alveo refluetque ad motum maris &c. Er betrachtete alſo jedes Waſſertheilchen als einen Trabanten der Erde, der in ſeiner Bewegung um ihren Mittelpunkt eben denſelben Anomalien unterworfen iſt, welche ſich bey dem Monde zeigen.

13. Was die Erſcheinung der Ebbe und Fluth unter dem Parallelkreiſe, und die Beobachtung anbetrifft, nach welcher die Fluthen in beyden Hälften der Erdkugel zwiſchen dem 40. und 50ten Grad Breite am allergrößten ſind, ſo war dieſe Euler'n ſo wenig, als wohl überhaupt einem ältern Naturforſcher bekannt, da er ſagt: in regionibus autem ab aequatore remotis invenimus magnitudinem aeſtus tenere rationem duplicatum coſinuum elevationis poli, unde ſub elevatione poli 45° magnitudinem aeſtus circiter duplo erit minor, quam ſub ipſo aequatore, cujus veritas in locis a littoribus aliquot milliaria remotis per experientiam eximie comprobatur. Nach der gemeinen Theorie wäre ſie auch eben ſo wenig als die unter dem Aequator zu begreifen. Da aber die gemeine Meynung mit der des Herrn Hube ſehr wohl übereinſtimmt, ſo wird jeder, dem die Erſcheinung aus dieſer begreiflich wird, ſie eben ſo gut aus jener abzuleiten wiſſen. Uebrigens ſcheint ſich auch die Theorie des Herrn Hube nicht zu beſtätigen, wenigſtens viele Umſtände ſich einzumiſchen, wenn die Fluth am Vorgebirge der guten Hoffnung nur höchſtens auf 3 Fuß, und ſchon an der magellaniſchen Meerenge auf 20–25 Fuß ſteigen ſoll, da doch die Lage beyder Orte kaum

20 Grad ſüdlicher Breite verſchieden iſt, um ſo mehr, da das Vorgebirge der guten Hoffnung eben ſo weit jenſeit, als die magellaniſche Meerenge dieſſeit des 45ten Grades der Breite liegt, alſo die Fluth an beyden Orten ungefähr gleich ſeyn ſollte.

Bey alle dem wollten aber doch alle bisherige Theorien über die Ebbe und Fluth mit den Beobachtungen nicht genau zuſammenſtimmen, und gleichwohl konnte man mit Grund vermuthen, daß Newton's Theorie von der Erſcheinung der Ebbe und Fluth eben ſo gut Rechenſchaft geben würde, wie von den Bewegungen der Himmelskörper. Herr la Place, gereizt über dieſen wichtigen Gegenſtand, unterſuchte ihn von neuem. Er bemerkt zuerſt, daß der Gang von Newton's Schlüſſen nicht befriedigend ſey, und außerdem dem Reſultat einer genauen Analyſe widerſpreche. Auch die von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris gekrönten Preisſchriften hätten bey ihren Entwickelungen der Newton'ſchen Theorie, wie Newton ſelbſt, angenommen, daß das Meer unter der Einwirkung der Geſtirne, welche es anziehen, in jedem Augenblicke im Gleichgewichte ſey. Man könne aber ſehr leicht erkennen, daß die Geſchwindigkeit der Umdrehungsbewegung der Erde die Gewäſſer, welche ſie bedeckten, verhindere, jeden Augenblick die Geſtalt anzunehmen, welche dem Gleichgewichte der Kräfte, die ſie in Bewegung ſetzten, angemeſſen ſey. Die Unterſuchung dieſer Bewegung, verbunden mit der Wirkung der Sonne und des Mondes, zeigte indeſſen Schwierigkeiten, welche man nach dem damaligen Zuſtande der Analyſe und den Kenntniſſen von der Bewegung der Flüſſigkeiten nicht heben konnte. Unterſtützt von den nachher über dieſe

beyden Gegenſtände gemachten Entdeckungen machte ſich la Place über die ſchwerſte Aufgabe der ganzen Mechanik des Himmels, und nahm dabey allein die Vorausſetzungen an, daß das Meer die ganze Erde bedecke, und daß es bey ſeinen Bewegungen nur kleine Hinderniſſe finde. Die Reſultate, welche er daraus ziehen konnte, ſtimmten mit der Erfahrung, beſonders in Anſehung des kleinen Unterſchiedes, welcher in den franzöſiſchen Häfen zwiſchen den beyden Fluthen des nämlichen Tages ſtatt findet und nach Newton's Theorie ſehr groß ſeyn würde, ſo genau überein, daß er an der Richtigkeit ſeiner Theorie gar nicht zweifeln konnte. Hiernach kam er auf das merkwürdige Reſultat, daß man, um dieſen Unterſchied auf Null zu bringen, nur vorauszuſetzen brauche, daß das Meer durchaus nur einerley Tiefe beſitze.

Inzwiſchen erleiden doch die ſchönen Folgen, welche er aus der Vorausſetzung einer über die Erde regelmäßig verbreiteten Flüſſigkeit, welche bey ihren Bewegungen nur ſehr geringen Widerſtand leiſtet, ziehen konnte, manche Einſchränkungen. Die Unregelmäßigkeit der Tiefe des Meers, die Lage und der Abhang der Ufer, ihre Verhältniſſe zu den benachbarten Küſten, die Reibungen der Gewäſſer am Meeresgrunde, und der Widerſtand, welchen ſie von demſelben leiden, alle dieſe Urſachen, welche ſich keiner Berechnung unterwerfen laſſen, ändern die Schwingungen dieſer großen flüſſigen Maſſen verſchiedentlich. Alles, was man dabey thun kann, iſt, die allgemeinen Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, die aus den anziehenden Kräften der Sonne und des Mondes folgen müſſen, zu entwickeln, und aus den Beobachtungen die Beſtimmungsſtücke herzuleiten, deren Kenntniß un-

unumgänglich nothwendig iſt, um die Theorie der Ebbe und Fluth in jedem Hafen zu ergänzen. Dieſe Beſtimmungsſtücke ſind eben ſo viele willkührliche Größen, welche von dem Umfange des Meers, von ſeiner Tiefe und den Localumſtänden des Hafens abhangen.

Betrachtet man zuerſt bloß die Wirkung der Sonne auf das Meer, und ſetzt dabey voraus, daß dieſes Geſtirn ſich gleichförmig in der Ebene des Aequators bewege; ſo ſieht man leicht, daß, wenn die Sonne den Schwerpunkt der Erde und alle Elemente des Meers mit gleichen und parallelen Kräften anzöge, das ganze Syſtem des Erdſphäroids und der Gewäſſer, die es bedecken, dieſen Kräften mit gemeinſchaftlicher Bewegung folgen und das Gleichgewicht der Gewäſſer nicht geſtört werden würde. Folglich wird dieß Gleichgewicht nur durch den Unterſchied dieſer Kräfte, und durch die Ungleichheit ihrer Richtungen geſtört. Ein unter der Sonne liegendes Element, das Meer, wird von ihr mehr angezogen, als der Mittelpunkt der Erde; es ſtrebt alſo, von der Oberfläche der letztern zu entfliehen, wird aber durch ſeine Schwere, welche dieſes Beſtreben vermindert, auf derſelben zurückgehalten. Einen halben Tag darauf ſteht dieſes Element in Oppoſition mit der Sonne, welche es alsdann ſchwächer als den Mittelpunkt der Erde anzieht; die Oberfläche der Erdkugel iſt alſo nun beſtrebt, ſich von demſelben los zu machen, aber die Schwere des Elements hält es an ihr feſt; dieſe Kraft wird alſo noch durch die Anziehung der Sonne vermindert; und da die Entfernung der Sonne von der Erde in Anſehung des Halbmeſſers der Erdkugel ſehr groß iſt, ſo kann man ſich leicht davon überzeugen, daß die Ver-

minderung der Schwere in dieſen beyden Fällen ſehr nahe die nämliche ſey. Eine bloße Zerlegung der Wirkung der Sonne auf die Elemente des Meers iſt hinreichend, um zu ſehen, daß in jeder andern Lage dieſes Geſtirns gegen dieſe Elemente ſein Einfluß auf die Störung des Gleichgewichts derſelben nach einem halben Tage wieder die nämliche werde.

Man kann nun als einen allgemeinen Grundſatz der Mechanik feſtſetzen, daß der Zuſtand eines Syſtems von Körpern, wobey die urſprünglichen Bedingungen der Bewegung, durch den Widerſtand, welchen es leidet, aufgehoben werden, periodiſch ſey, wie die Kräfte, von welchen es getrieben wird; es muß folglich jedesmal nach Verfluß eines halben Tages wieder der nämliche Zuſtand des Meers eintreten, ſo daß man während dieſer Zeit einmal Ebbe und einmal Fluth hat.

Das Geſetz, nach welchem das Meer ſteigt und fällt, läßt ſich folgender Maaßen beſtimmen: man denke ſich einen vertikalen Kreis, deſſen Peripherie einen halben Tag vorſtelle, und deſſen Durchmeſſer der totalen Fluth, d. h. dem Unterſchiede der Höhen der vollen und der tiefen See, gleich ſey; und man ſetze, daß die Bogen dieſer Peripherie, von dem niedrigſten Punkte angerechnet, die von der tiefen See an verfloſſenen Zeiten ausdrucken, ſo werden die Querſinus dieſer Bogen die mit dieſen Zeiten zuſammengehörigen Meereshöhen ſeyn. Das Meer ſchneidet alſo bey ſeinem Steigen in gleichen Zeiten gleiche Bogen dieſer Peripherie ab.

Mitten in einem von allen Seiten freyen Meere findet dieſes Geſetz genau ſtatt; aber in den franzöſiſchen Häfen weichen die Fluthen durch beſondere Lo-

cal-

calumſtände etwas davon ab. Das Meer braucht daſelbſt etwas mehr Zeit zum Fallen, als zum Steigen, und zu Breſt beträgt der Unterſchied dieſer zwey Zeiten ungefähr $10\frac{1}{2}$ Minuten.

Je größer ein Meer iſt, deſto merklicher müſſen die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth ſeyn. Bey einer flüſſigen Maſſe theilen ſich alle Eindrücke, welche jedes Element erhält, der ganzen Maſſe mit; dadurch bringt die bey einem einzelnen Elemente unmerkliche Wirkung der Sonne in dem Weltmeere merkwürdige Erſcheinungen hervor. Stellt man ſich einen Kanal über den Meeresgrund hin vor, deſſen eines Ende in der Meeresfläche in eine lothrechte Röhre ausgeht, deren Verlängerung der Sonne Mittelpunkt trifft, ſo wird ſich in dieſer Röhre das Waſſer, vermöge der Einwirkung dieſes Geſtirns, welche die Schwere ſeiner Elemente vermindert, und überdieß vermöge des Drucks der im Kanale verſchloſſenen Waſſertheilchen, erheben, welche ſämmtlich ſich beſtreben, ſich unter der Sonne zu vereinigen. Die Erhebung des Waſſers in der Röhre über dem natürlichen Waſſerſpiegel des Meers iſt das Integral dieſer unendlich kleinen Beſtrebungen. Wenn die Länge des Kanals zunimmt, ſo wird dieſes Integral größer, weil es ſich über einen größern Raum erſtreckt, und dabey ein größerer Unterſchied in der Richtung und Größe der Kraft, wovon die äußerſten Elemente getrieben werden, ſtatt findet. Man ſieht an dieſem Beyſpiele den Einfluß der Ausdehnung des Meers auf die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth, und die Urſache, warum dieſe in kleinen Meeren, wie im ſchwarzen und kaspiſchen, unmerklich ſind.

Localumſtände ändern die Größe der Fluthen ſehr ab. Die wellenförmigen Bewegungen des Meers können

nen in einer Meerenge ſehr groß werden, und das Zurückprallen des Waſſers von entgegenſtehenden Ufern ſie noch mehr vergrößern. Daher ſind die in den Inſeln des Südmeers durchgängig ſehr kleinen Fluthen in den franzöſiſchen Häfen ſehr beträchtlich.

Wenn das Weltmeer ein durch Umdrehung entſtandenes Sphäroid bedeckte, und wenn es bey ſeinen Bewegungen keinen Widerſtand litte, ſo wäre der Augenblick der vollen See zugleich der des obern oder untern Durchgangs der Sonne durch den Mittagskreis; allein es verhält ſich damit nicht ſo in der Natur, und die Localumſtände bringen, ſelbſt in ſehr nahen Häfen, beträchtliche Verſchiedenheiten in die Zeit der Fluthen. Um eine richtige Vorſtellung von dieſen Verſchiedenheiten zu erhalten, ſtelle man ſich eine mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehende und ſich tief ins feſte Land hinein erſtreckende weite Röhre vor; man ſieht leicht, daß die wellenförmigen Bewegungen, welche an ihrer Mündung ſtatt haben, ſich allmählig durch ihre ganze Länge hin fortpflanzen werden, ſo daß die Geſtalt ihrer Oberfläche durch eine Reihe großer in Bewegung begriffener Wellen ſich bilden wird, welche ohne Aufhören ſich erneuern, und ihre Länge in Zeit von einem halben Tage durchlaufen werden. Die Wellen werden in jedem Punkte der Röhre eine Fluth und eine Ebbe bewirken, welche den vorigen Geſetzen folgen werden; Zeiten der Fluth aber werden in eben dem Maaße ſpäter einfallen, als die Punkte von der Mündung ſich mehr entfernen werden. Eben dieß läßt ſich nun auch auf die Flüſſe anwenden, deren Oberfläche, der entgegengeſetzten Bewegung ihres Laufes ungeachtet, durch ähnliche Wellen ſteigt und fällt. Man bemerkt dieſe Wellen in allen Flüſſen

nahe

nahe an ihrer Mündung; und an der Straße Pauxis im Amazonenfluſſe ſind ſie auf 200 Meilen vom Meere noch merklich.

Betrachtet man ferner allein die Wirkung des Mondes auf das Meer, und nimmt an, daß ſich dieſes Geſtirn gleichförmig in der Ebene des Aequators bewege; ſo iſt klar, daß es im Weltmeere eine Ebbe und Fluth bewirken müſſe, welche derjenigen ähnlich iſt, die aus der Wirkung der Sonne entſteht, und die einen halben Mondstag zu ihrer Periode hat. Es iſt aber die ganze Bewegung eines durch ſehr kleine Kräfte getriebenen Syſtems die Summe der beſondern Bewegungen, welche eine jede Kraft ihm beſonders würde eingedruckt haben; daher vereinigen ſich die zwey durch die Wirkungen der Sonne und des Mondes erregten partialen Fluthen, ohne einander zu ſtören, und aus dieſer Vereinigung entſteht die Fluth, die in den franzöſiſchen Häfen beobachtet wird.

Hieraus erfolgen die merkwürdigſten Erſcheinungen der Ebbe und Fluth. Wegen der verſchiedenen Perioden dieſer beyden Himmelskörper iſt der Augenblick der Mondsfluth nicht immer einerley mit dem der Sonnenfluth. Fallen zwey dieſer Fluthen zuſammen, ſo wird die folgende Mondsfluth um den Ueberſchuß eines halben Mondstages über einen halben Sonnentag, d. i. um 1752″,5 hinter der Sonnenfluth zurückbleiben. Da dieſe Verſpätungen von einem Tage zum andern ſich anhäufen, ſo wird die durch den Mond bewirkte volle See mit der von der Sonne verurſachten tiefen See zuſammenfallen, und umgekehrt. Wenn die Mondsfluth mit der Sonnenfluth zuſammenfällt, ſo iſt die zuſammengeſetzte Fluth am größten; dieß verurſacht die großen Fluthen gegen die

Syzy-

Syzygien. Wenn hingegen die volle See von dem einen dieſer Geſtirne mit der tiefen See von dem andern zuſammenfällt, ſo iſt die zuſammengeſetzte Fluth am kleinſten; dieß verurſacht die kleinen Fluthen gegen die Quadraturen. Iſt die Sonnenfluth ſtärker, als die Mondsfluth, ſo iſt es ſichtbar, daß die Zeiten der größten und der kleinſten Fluth zuſammengeſetzt, mit der Zeit zuſammentreffen werden, auf welche die Sonnenfluth fallen würde, wenn ſie allein einträte. Wenn aber die Mondsfluth ſtärker iſt, als die Sonnenfluth, ſo fällt die kleinſte zuſammengeſetzte Fluth um einen Viertelstag ſpäter. Dieß iſt folglich ein einfaches Mittel, zu erkennen, ob die Mondsfluth größer oder kleiner als die Sonnenfluth iſt. Alle Beobachtungen geben einſtimmig zu erkennen, daß die Zeit der kleinſten Fluthen von der der größten um einen Viertelstag verſchieden iſt; folglich iſt die Mondsfluth ſtärker als die Sonnenfluth.

Der mittlere Werth der größten totalen Fluth von jedem Monate iſt ohngefähr 18,13, und der mittlere Werth der kleinſten 8,67 Fuß. Nach den gehörigen Reduktionen iſt daraus leicht zu ſchließen, daß die mittlere Mondsfluth, welche dem beſtändigen Theile der Mondsparallaxe zugehört, dreymal größer ſey als die mittlere Sonnenfluth; oder was eben das ſagen will, daß die Wirkung des Mondes zur Erhebung des Meeres das Dreyfache von der der Sonne ſey.

Die Wirkung eines Geſtirns auf ein flüſſiges Element, welches zwiſchen dieſem Geſtirne und dem Mittelpunkte der Erde ſich befindet, iſt dem Unterſchiede ſeiner Wirkung auf dieſen Mittelpunkt und auf das Element gleich; und dieſer Unterſchied iſt das

Dop-

Doppelte von dem Quotienten der Maſſe des Geſtirns, multiplicirt mit dem Erdhalbmeſſer, und dividirt durch den Würfel der Entfernung dieſes Geſtirns vom Mittelpunkte der Erde. Dieſer Quotient beträgt bey der Sonne $\frac{1}{179}$ der Schwere, welche den Mond gegen die Erde treibt, multiplicirt mit dem Verhältniſſe des Erdhalbmeſſers zu der Entfernung des Mondes. Die Schwere iſt ſehr nahe gleich der Summe der Maſſen der Erde und des Mondes, dividirt durch das Quadrat der Entfernung des leztern; die Wirkung der Sonne auf die Erhebung des Meeres iſt folglich $89\frac{1}{2}$ mal kleiner, als die Summe der Maſſen der Erde und des Mondes dividirt durch den Würfel der Entfernung des Mondes. Aber dieſe Wirkung iſt nur $\frac{1}{3}$ von der Wirkung des Mondes, welche das Doppelte ſeiner Maſſe, multiplicirt mit dem Erdhalbmeſſer, und dividirt durch den Würfel ſeiner Entfernung iſt; folglich verhält ſich die Maſſe des Mondes zur Summe der Maſſen des Mondes und der Erde, wie 3 : 179, woraus folgt, daß dieſe Maſſe ſehr nahe $\frac{1}{58,7}$ von der der Erde iſt. Da ſein Volumen nur $\frac{1}{49,316}$ von dem der Erde iſt, ſo iſt ſeine Dichtigkeit 0,8401, wenn man die mittlere Dichtigkeit der Erde zur Einheit annimmt, und das Gewicht 1 auf der Erde würde, auf die Oberfläche des Mondes gebracht, ſich in 0,2291 verwandeln.

Nähme das Meer in jedem Augenblicke die Figur an, welche dem Gleichgewichte der auf daſſelbe wirkenden Kräfte angemeſſen iſt, ſo würde die größte totale Fluth unter dem Aequator ungefähr 3 Fuß haben,

ben, und dieß iſt wirklich der mittlere Werth, welchen man in dem großen Südmeere beobachtet. Die große Verſchiedenheit der Fluthen aber, die man auch in ſehr nahen Häfen bemerkt, beweißt uns, daß Lokalumſtände die Größe derſelben beträchtlich vermehren können.

Die Größe und das Geſetz der Veränderungen der totalen Fluthen nahe bey ihrem Maximum und Minimum iſt nach der Theorie der Schwere und nach den Beobachtungen völlig einerley. Ihre Zunahme bey ihrer Entfernung von dem Minimum iſt das Doppelte ihrer Abnahme bey ihrer Entfernung von dem Maximum, wie die Beobachtungen es zeigen.

Weil die Mondsfluth ſtärker iſt, als die Sonnenfluth, ſo muß die zuſammengeſetzte Fluth ſich hauptſächlich nach der Mondsfluth richten, und man muß in einer gegebenen Zeit eben ſo viele Fluthen haben, als obere oder untere Durchgänge des Mondes durch den Meridian; und dieß ſtimmt mit den Beobachtungen überein. Aber der Augenblick der zuſammengeſetzten Fluth muß um den Augenblick der Mondsfluth nach einem von den Lichtgeſtalten des Mondes und von dem Verhältniſſe ſeiner Wirkung zu der der Sonne abhängenden Geſetze ſchwingen. Der erſte dieſer Augenblicke geht vor dem zweyten her von der größten bis zur kleinſten Fluth, er folgt aber auf ihn von der kleinſten bis zur größten, ſo daß, da die mittlere Zeit der zuſammengeſetzten Fluth mit der der Mondsfluth einerley iſt, die mittlere Verſpätung der Fluthen von einem Tage zum andern 3505″. beträgt.

Nach

Nach der Theorie alſo, ſo wie nach den Beobachtungen, ändert ſich die Verſpätung der Fluthen, wie ihre Höhe, mit den Lichtgeſtalten des Mondes. Die geringſte Verſpätung trifft mit der größten Höhe und die größte Verſpätung mit der kleinſten Höhe zuſammen, und durch eine merkwürdige Uebereinſtimmung giebt die Theorie für die Verſpätungen von einem Tage zum andern 2708″ und 5150″, eben ſo wie die Beobachtungen. Dieſe Uebereinſtimmung beweißt zugleich die Wahrheit dieſer Theorie und die Genauigkeit des angenommenen Verhältniſſes zwiſchen den Wirkungen des Mondes und der Sonne. Aendert man dieß Verhältniß ein wenig, ſo würde es den Beobachtungen der Höhen und den Zwiſchenzeiten der Fluthen bey weitem nicht Genüge thun; dieſe gaben es folglich mit großer Genauigkeit.

Beſonders iſt aber noch zu bemerken, daß, wenn das vom Meer bedeckte Sphäroid ein durch Umdrehung entſtandener Körper wäre, alsdann die partialen Fluthen in dem Augenblicke des Durchganges der ſie verurſachenden Geſtirne durch den Mittagskreis erfolgen würden; fiele alſo eine der Syzygien auf den Mittag, ſo würden die beyden Fluthen in demſelben Augenblicke, als dem der größten zuſammengeſetzten Fluth, zuſammenfallen. Dieſe größte Fluth würde auch noch an dem Tage der Syzygien ſelbſt ſtatt finden, wenn die beyden partialen Fluthen auf den Durchgang der Geſtirne durch den Mittagskreis ſehr nahe nach einerley Zwiſchenzeit folgten. Weil aber die tägliche Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn beträchtlich iſt, ſo kann die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung auf die Zeit, um welche dieſes Geſtirn vor der Mondsfluth hergeht, einen merklichen Ein-

 fluß

fluß haben. In der That bringt die Wirkung der Sonne und des Mondes auf ein Element des Meeres jeden Augenblick eine unendlich kleine Welle hervor, deren Anfang dieſes Element iſt, und welche ſich über das ganze ausgedehnte Meer verbreitet; die Summe dieſer Wellen macht die Bewegung dieſer großen flüſſigen Maſſe aus. Nun iſt es einleuchtend, daß diejenigen, deren Urſprung weit entfernt iſt, eine beträchtliche Zeit brauchen müſſen, um in die franzöſiſchen Häfen zu gelangen; die Fluth, welche man daſelbſt beobachtet, iſt alſo der Erfolg der dem Meere einige Zeit vorher ertheilten Eindrücke. Obgleich im Falle eines durch Umdrehung entſtandenen vom Meere bedeckten Körpers dieſe Eindrücke einander ſo zugeordnet ſind, daß die Fluth im Augenblicke des Durchgangs des Geſtirns durch den Mittagskreis ſelbſt erfolgt, ſo kann ſie doch, wenn die Tiefe des Meeres unregelmäßig iſt, auf den Durchgang, welcher für ihre Urſache angeſehen werden muß, nach einem oder etlichen Tagen folgen; und da in dieſer Zwiſchenzeit die Bewegung des Mondes in ſeiner Bahn ſehr merklich iſt, ſo kann die Zeit, um welche ſein Durchgang durch den Mittagskreis früher erfolgt als die Mondsfluth, von derjenigen ſehr verſchieden ausfallen, um welche der Durchgang der Sonne durch den Mittagskreis früher erfolgt als die Sonnenfluth.

Von dieſem Unterſchiede wird man ſich eine richtige Vorſtellung machen können, wenn man ſich eine weite, mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehende, und unter dem Mittagskreiſe ihrer Mündung ſich ſehr weit in das feſte Land hinein erſtreckende Röhre gedenkt. Wenn man ſetzt, daß an dieſer Mündung die Fluth im Augenblicke des Durchgangs des Geſtirns durch den

Meri-

Meridian ſelbſt ſtatt habe, und daß ſie 21 Stunden brauche, um an das Ende der Röhre zu gelangen, ſo ſieht man leicht, daß an dieſem letzten Punkte die Sonnenfluth eine Stunde nach dem Durchgange eintreten werde; da aber zwey Mondstage 2,070 Sonnentage ausmachen, ſo wird die Mondsfluth nur 30′ nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis erfolgen, ſo daß zwiſchen den Zeiten, um welche die Mondsfluth und die Sonnenfluth nach den Durchgängen der Geſtirne folgen werden, ein Unterſchied von 70′ ſtatt findet.

Hieraus folgt, daß das Maximum und das Minimum der Fluth nicht an den Tagen der Syzygien und der Quadraturen ſelbſt, ſondern einen oder zwey Tage nachher ſtatt finden, wenn die Zwiſchenzeit, nach welcher die Mondsfluth auf des Mondes Durchgang auf den der Sonne folgt, zuſammengenommen der Zwiſchenzeit gleich iſt, nach welcher die Sonnenfluth auf der Sonne Durchgang durch den Meridian folgt.

Durch Vergleichung einer großen Menge von Beobachtungen und durch verſchiedene Methoden hat la Place gefunden, daß zu Breſt die Zwiſchenzeit, nach welcher die größte Fluth auf die Syzygien folgt, ſehr nahe 1½ Tag beträgt. Daraus folgt, daß in dieſem Hafen die Sonnenfluth 18718″ nach der Sonne Durchgang, und die Mondsfluth 13466″ nach des Mondes Durchgang durch den Meridian eintrete. Die Zeiten der Fluthen zu Breſt ſind alſo die nämlichen, wie an dem Ende einer mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehenden Röhre, wenn man ſich vorſtellt, daß an ihrer Mündung die partialen Fluthen in dem Augenblicke des Durchgangs der Geſtirne durch den

Mittagskreis ſelbſt ſtatt haben, und daß ſie $2\frac{1}{2}$ Tage brauchen, um an das Ende derſelben zu gelangen, wenn ſolches 18718″ öſtlicher, als ihre Mündung angenommen wird.

Es iſt zu bemerken, daß der Unterſchied der Zwiſchenzeiten, nach welchen die partialen Fluthen auf den Durchgang der ſie verurſachenden Geſtirne durch den Meridian folgen, die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth nicht ändert.

Bisher iſt vorausgeſetzt worden, daß die Sonne und der Mond ſich in der Ebene des Aequators gleichförmig bewegen; jetzt ſollen ſich aber ihre Bewegungen und ihre Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde ändern. Wenn man die Ausdrücke ihrer Wirkung auf das Meer entwickelt, ſo kann man jedes Glied derſelben durch die Wirkung eines in einer kreisförmigen Bahn gleichförmig um die Erde bewegten Geſtirns darſtellen; es iſt alſo leicht, die den verſchiedenen Ungleichheiten der Sonne und des Mondes zugehörige Ebbe und Fluth nach den vorhin aufgeſtellten Grundſätzen zu beſtimmen.

Wenn man auf ſolche Art die Erſcheinungen der Fluthen der Analyſe unterwirft, ſo findet man, daß die durch die Sonne und den Mond bewirkten Fluthen im umgekehrten Verhältniſſe der Würfel ihrer Entfernungen wachſen; die Fluthen müſſen alſo, bey übrigens gleichen Umſtänden, in der Erdnähe des Mondes wachſen, und in ſeiner Erdferne abnehmen.

Die Veränderungen der Entfernung der Sonne von der Erde ſind bey den Höhen der Fluthen merklich, aber viel weniger, als die der Entfernung des Mondes, weil ihre Wirkung auf die Erhebung des Meer-

waſſers dreymal kleiner iſt, und ihre Entfernung von der Erde ſich in einem kleinern Verhältniſſe ändert.

Weil die Wirkung des Mondes größer und ſeine Bewegung ſchneller iſt, wenn er ſich näher bey der Erde befindet, ſo muß die zuſammengeſetzte Fluth bey den Syzygien in der Erdnähe ſich der Mondsfluth, und dieſe ſelbſt dem Durchgange des Mondes durch den Meridian ſich nähern. In der Erdnähe müſſen alſo die Fluthen am Tage der Syzygien voreilen, und in der Erdferne zurückbleiben.

Auch hat die Mondsparallaxe noch auf die Zwiſchenzeit zweyer auf einander folgenden Morgen- oder Abendfluthen gegen die Syzygien, oder in der Nähe des Maximums der Fluthen, Einfluß.

Nach der Theorie bringt eine Minute Aenderung in dem Mondshalbmeſſer 256″ Aenderung in der Zwiſchenzeit, genau ſo wie nach den Beobachtungen, hervor.

Dieſe beyden Erſcheinungen haben in den Quadraturen auf gleiche Art ſtatt; aber die Theorie zeigt, daß ſie dort dreymal kleiner ſind, als in den Syzygien, und eben das beſtätigen die Beobachtungen.

Um die Urſache davon zu begreifen, muß man erwägen, daß das tägliche Zurückbleiben der Mondsfluth zunimmt, wenn die Bewegung des Mondes ſchneller iſt, wie dieß in der Erdnähe ſtatt findet, und daß das Zurückbleiben der Fluthen bey den Syzygien zunimmt und ſich dem täglichen Zurückbleiben der Mondsfluth nähert, wenn die Kraft des Mondes zunimmt; dieſe beyden Urſachen wirken alſo zuſammen, die Zwiſchenzeit der Fluthen bey den Syzygien in der Erdnähe zu vergrößern. In den Quadraturen, wenn

die Kraft des Mondes zunimmt, vermindert ſich das tägliche Zurückbleiben der Fluth und nähert ſich dem Zurückbleiben der Mondsfluth; folglich wächſt die Zwiſchenzeit der Fluthen durch die Geſchwindigkeit der Bewegung des Mondes in der Erdnähe, und nimmt ab durch die Zunahme der Kraft des Mondes; da alſo alsdann dieſe beyden Urſachen einander entgegenwirken, ſo iſt die Zunahme des Zurückbleibens der Fluth bloß die Wirkung ihres Unterſchiedes, und aus dieſem Grunde iſt ſie kleiner, als in den Syzygien.

Nach dieſer Entwickelung der Theorie der Ebbe und Fluth des Meeres unter der Vorausſetzung, daß die Sonne und der Mond ſich in der Ebene des Aequators bewegen, ſollen nun die Bewegungen dieſer Geſtirne betrachtet werden, wie ſie in der Natur wirklich beſchaffen ſind. Hiebey werden ſich aus ihren Abweichungen neue Erſcheinungen zeigen, welche, mit den Beobachtungen verglichen, die vorhergehende Theorie immer mehr und mehr beſtätigen.

Dieſer allgemeine Fall läßt ſich noch auf den zurückführen, da mehrere Geſtirne ſich gleichförmig in der Ebene des Aequators bewegen, aber man muß dieſen Geſtirnen ſehr verſchiedene Bewegungen in ihren Bahnen geben. Die einen bewegen ſich langſam in denſelben, und bringen eine Ebbe und Fluth hervor, deren Periode ein halber Tag iſt; andere haben eine Umlaufsbewegung, die der Hälfte der Umdrehungsbewegung der Erde beynahe gleich iſt, und dieſe bringen eine Ebbe und Fluth hervor, die eine Periode von einem Monate und von einem Jahre haben.

Die

Die erſte ſchließt nicht nur die vorhin betrachteten Schwingungen ein, welche von den Bewegungen der Sonne und des Mondes, und den Veränderungen ihrer Entfernungen von der Erde abhangen, ſondern noch andere, die von ihren Abweichungen abhängig ſind. Wenn man dieſe der Analyſe unterwirft, ſo findet man, daß die totalen Fluthen der Syzygien der Nachtgleichen größer ſind, als die der Syzygien der Sonnenſtillſtände, in dem Verhältniſſe des Halbmeſſers zu dem Quadrate des Coſinus der Abweichung der Sonne oder des Mondes gegen die Sonnenſtillſtände; man findet ferner, daß die Fluthen der Quadraturen der Sonnenſtillſtände die der Quadraturen der Nachtgleichen in einem größern Verhältniſſe übertreffen, als das des Halbmeſſers zum Quadrate des Coſinus der Abweichung des Mondes gegen die Quadraturen der Nachtgleichen iſt. Dieſe Reſultate der Theorie werden durch alle Beobachtungen beſtätigt, welche über die Verminderung der Wirkung der Geſtirne, nach dem Verhältniſſe ihrer Entfernung vom Aequator, keinen Zweifel übrig laſſen.

Die Abweichungen der Sonne und des Mondes ſind auch ſelbſt von den Geſetzen der Abnahme und des Wachsthums der Fluthen, von dem Maximum und Minimum an gerechnet, merklich. Ihre Abnahme beträgt nach den Beobachtungen, ſo wie nach der Theorie, ungefähr ein Drittheil, und erfolgt ſchneller in den Syzygien der Sonnenſtillſtände; ihre Zunahme iſt nach den Beobachtungen, wie nach der Theorie, ohngefähr zweymal ſchneller in den Quadraturen der Nachtgleichen, als in den Quadraturen der Sonnenſtillſtände.

Die Lage der Knoten der Mondsbahn iſt auf gleiche Art an den Höhen der Fluthen, durch ihren Einfluß auf die Abweichungen des Mondes, bemerkbar.

Die Bewegung dieſes Geſtirns in gerader Aufſteigung, welche in den Sonnenſtillſtänden geſchwinder als in den Nachtgleichen iſt, muß die Mondsfluth dem Durchgange des Geſtirns durch den Meridian nähern; die Zeit der Fluthen bey den Syzygien in den Nachtgleichen muß alſo hinter der Zeit der Fluthen bey den Syzygien in den Sonnenſtillſtänden zurückbleiben. Aus eben der Urſache muß die Zeit der Fluthen bey den Quadraturen in den Nachtgleichen zurückbleiben, und die Theorie giebt die Verſpätung ungefähr 4mal ſo groß an als die erſte.

Die Abweichungen der Sonne und des Mondes haben auch noch einen Einfluß auf die tägliche Verſpätung der Fluthen in den Nachtgleichen und den Sonnenſtillſtänden; dieſe muß gegen die Syzygien in den Sonnenſtillſtänden größer ſeyn, als gegen die Syzygien in den Nachtgleichen; und noch viel größer gegen die Quadraturen der Nachtgleichen, als gegen die Quadraturen der Solſtitialpunkte, und in dieſem zweyten Falle iſt der Unterſchied der Verſpätungen vielmal größer als in dem erſtern. Die Beobachtungen beſtätigen dieſe verſchiedenen Reſultate der Theorie mit einer merkwürdigen Genauigkeit.

Die Fluthen der zweyten Art, deren Periode Ein Tag iſt, ſind dem Produkte des Sinus durch den Coſinus der Abweichung der Geſtirne proportionirt; ſie ſind gleich Null, wenn die Geſtirne im Aequator ſind; und wachſen mit ihrer Entfernung von demſelben. Durch ihre Vereinigung mit den Fluthen der erſten Art machen ſie zwey Fluthen des nämlichen

lichen Tages ungleich. Aus dieſer Urſache iſt zu Breſt, gegen die Syzygien des Winterſtillſtandes, die Morgenfluth ungefähr um 0,563 Fuß größer als die Abendfluth, und gegen die Syzygien des Sonnenſtillſtandes um eben ſo viel kleiner. Eben dieſe Urſache macht auch gegen die Quadraturen der Herbſtnachtgleiche die Morgenfluth um 0,419 Fuß größer als die Abendfluth, aber gegen die Quadraturen der Frühlingsnachtgleiche um eben ſo viel kleiner.

Ueberhaupt ſind die Fluthen der zweyten Art in den franzöſiſchen Häfen nicht beträchtlich; ihre Größe iſt unbeſtimmt, und hängt von Lokalumſtänden ab, welche ſich vermehren und zugleich die Fluthen der erſten Art ſo weit vermindern können, daß ſie ganz unmerklich werden. Man gedenke ſich eine weite durch ihre beyden Enden mit dem Meere in Gemeinſchaft ſtehende Röhre, ſo wird die Fluth in einem über dem Rande dieſer Röhre gelegenen Hafen, das Reſultat der durch ihre beyden Enden fortgepflanzten wellenförmigen Bewegungen der erſten Art, in ſolchen Zeiten dahin gelangen, daß das Maximum der einen mit dem Minimum der andern zuſammenfällt, und wenn ſie überdieß einander gleich ſind, ſo iſt klar, daß vermöge dieſer wellenförmigen Bewegungen in dieſem Hafen keine Ebbe und Fluth ſtatt haben wird. Aber eine durch die wellenförmigen Bewegungen der zweyten Art bewirkte Fluth wird daſelbſt Statt finden; und da dieſe eine zweymal längere Periode haben, ſo werden ſie nicht ſo übereinſtimmen, daß das Maximum derer, die durch die eine Mündung kommen, mit dem Minimum derer, die durch die andere kommen, zuſammenträfe. In dieſem Falle wird man gar keine Ebbe und Fluth haben, wenn die Sonne und der

Mond in der Ebene des Aequators ſeyn werden; aber die Fluth wird merklich werden, wenn der Mond ſich von dieſer Ebene entfernen wird, und alsdann wird man täglich nur eine vom Monde bewirkte Ebbe und Fluth haben, ſo daß, wenn die Fluth beym Untergange des Mondes erfolgt, die Ebbe bey ſeinem Aufgange eintreten wird. Dieſe ſonderbare Erſcheinung iſt zu Baza, einem Hafen des Königreichs Tunkin, und an einigen andern Orten beobachtet worden. Es iſt wahrſcheinlich, daß in den verſchiedenen Häfen der Erde gemachte Beobachtungen alle zwiſchen die Fluthen zu Baza und die in den franzöſiſchen Häfen fallende Verſchiedenheiten darbieten würden.

Was endlich die Fluthen der dritten Art betrifft, ſo kann man annehmen, als wenn das Meer beſtändig im Gleichgewicht wäre unter der Einwirkung der erdichteten Geſtirne, welche dieſe Fluthen hervorbringen, und ſie unter dieſer Vorausſetzung beſtimmen. Dieſe Fluthen ſind ſehr klein; indeſſen ſind ſie zu Breſt doch merklich, und dem Reſultate der Rechnung gemäß.

Aus dieſer Darſtellung ſieht man die Uebereinſtimmung der auf das Geſetz der allgemeinen Schwere gegründeten Theorie mit den Erſcheinungen der Zwiſchenzeiten der Fluthen. Hätte die Erde keinen Trabanten, wäre ihre Bahn kreisförmig und läge ſie in der Ebene des Aequators, ſo hätten wir zur Erkenntniß der Wirkung der Sonne auf das Meer kein anderes Hülfsmittel, als die Zeit der vollen See, welche täglich die nämliche wäre, und das Geſetz ihrer Entſtehung. Aber die Wirkung des Mondes bringt durch ihre Verbindung mit der der Sonne in den Fluthen Veränderungen hervor, die ſich auf ſei-

ne Lichtgeſtalten beziehen, und deren Uebereinſtimmung mit den Beobachtungen der Theorie der Schwere eine große Wahrſcheinlichkeit giebt. Alle Ungleichheiten der Bewegung der Abweichung und der Entfernung dieſer zwey Geſtirne veranlaſſen eine große Menge von Erſcheinungen, welche die Beobachtung bekannt gemacht hat, und welche dieſe Theorie gegen alle Angriffe ſicher ſtellen. So dienen alſo die Verſchiedenheiten in der Wirkung der Urſachen, um das Daſeyn der letztern feſtzuſetzen. Da die Wirkung der Sonne und des Mondes auf das Meer, als eine nothwendige Folge der durch alle himmliſche Erſcheinungen erwieſenen allgemeinen Anziehung, durch die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth eine direkte Beſtätigung erhält, ſo iſt ſie keinem Zweifel mehr unterworfen.

Uebrigens giebt Herr la Place mit allem Rechte den Rath, die Beobachtungen zu vervielfältigen, um die Unregelmäßigkeiten, welche die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth noch zeigen, aufzudecken, und ſie nach den Geſetzen der Schwere zu prüfen, indem ſie eben ſo ſehr die Aufmerkſamkeit der Beobachter verdienen, als die Ungleichheiten der himmliſchen Bewegungen [d]).

Eine andere Bewegung der Meere, welche man Ströme nennt, und welche der Bewegung der Atmoſphäre, nämlich dem großen beſtändigen Oſtwinde, der immer zwiſchen den Wendekreiſen herrſcht und ſeinen Gang von Morgen gegen Abend nimmt, ſehr ähnlich iſt, iſt ebenfalls längſt bekannt geweſen.
Von

d) Darſtellung des Weltſyſtems; a. d. Franzöſ. Frankf. a. M. 1797. 8. Th. II. S. 135. ff.

Von dem Strome des atlantiſchen Meeres handeln Pownall [e]) und Franklin [f]). Die Seefahrer unterſcheiden die Wirkung des Stromes der Gewäſſer des Weltmeeres von der des großen beſtändigen Oſtwindes ſehr genau. Man hat die Entſtehung dieſes Stromes von drey Umſtänden herzuleiten geſucht: 1. von der Umdrehung der Erde um ihre Axe; denn durch dieſe ſchnelle Umdrehung wird ſie allem, was auf ihrer Oberfläche ſich befindet, eine ebenmäßige Bewegung mittheilen. Weil aber das Waſſer des Meeres ein Beſtreben hat, ſich gegen den Mittelpunkt der Erde zu bewegen, ſo kann auch dieſes der Umdrehungsbewegung nicht ſo ſchnell folgen, ſondern es wird zurückbleiben, und es wird folglich das Anſehen haben, als ob es ſich von Oſten gegen Weſten bewegte; 2. weil die Sonne und der Mond, in Rückſicht auf einen feſten Punkt der Erde, jeden Tag etwas gegen Abend vorrucken, ſo müſſen ſie von dieſer Seite die Meeresmaſſe nach ſich ziehen, und auf ſolche Art muß den Gewäſſern des Meeres eine Bewegung von Oſten nach Weſten mitgetheilt werden; 3. wird auch der beſtändige Oſtwind auf den Strom des Waſſers des Weltmeeres Einfluß haben, und er wird ihm dieſelbe Richtung geben, die er ſelbſt hat. Die vereinte Wirkung dieſer drey angeführten Urſachen wird alſo den Gewäſſern des Meeres eine ſehr ſchnelle Bewegung von Morgen gegen Abend mittheilen.

Was die dritte Bewegung der Gewäſſer der Meere betrifft, welche faſt immer von den Polen gegen

e) Hydraulic and nautical obſerv. on the Atlantic Ocean. Lond. 1787. 4. mit einer Seekarte und Noten von Franklin.

f) Tranſact. of the Americ. ſociety, held at Philadelphia. Vol. II. p. 315.

gen den Aequator gerichtet iſt, ſo gedenken die neueſten Seefahrer derſelben nicht mehr. Nach de la Metherie[g]) iſt dieſe Bewegung eine Folge der Bewegung der Gewäſſer von Oſten nach Weſten. Denn die phyſiſche Lage des feſten Landes von Afrika und Amerika, ſo wie auch die Lage des indianiſchen Archipels und Neuhollands müſſe die Richtung dieſer zweyten Bewegung abändern, das Waſſer müſſe folglich von der Seite der Pole an die Küſten zurückfließen, und in eine kreisförmige oder wirbelartige Bewegung gerathen. Das durch ſeine öſtliche Bewegung von den afrikaniſchen Küſten gegen Amerika getriebene Waſſer des atlantiſchen Meeres z. B. wird in ſeinem Laufe gegen Amerika aufgehalten werden, und ein Theil deſſelben wird ſich in den mexicaniſchen Meerbuſen ſtürzen und von da gegen die bermudiſchen Inſeln hinaufwärts gehen, der andere Theil deſſelben aber wird ſich längſt der Küſte Braſiliens halten, und ſich gegen das Vorgebirge Horn erſtrecken. Dieſer Gang der Gewäſſer der afrikaniſchen Küſten bringt aber eine Leere hervor, und die Gewäſſer müſſen alſo von den beyden Polen zufließen, um dieſe Leere auszufüllen; auf dieſe Art entſpringt ein Strom, der von den Polen gegen die Linie, längſt den afrikaniſchen Küſten, hingeht; es wird eine Leere in dieſem Theile der Polarmeere entſtehen, während an den Küſten von Braſilien und der Inſeln von Terre Neuve ein Ueberfluß an Waſſer ſtatt finden wird; die Gewäſſer werden alſo aus dieſen letzten Gegenden theils gegen das Vorgebirge der guten Hoffnung, theils gegen die azoriſchen Inſeln und über dieſelben hinaus fließen, um

g) Theorie der Erde, a. d. Franz. Leipz. 1797. 8. Th. II. S. 313. f.

um wieder an die Küſten von Europa zu kommen. Das Waſſer des atlantiſchen Meeres wird folglich zwey Arten von krummen Linien beſchreiben, und ſich ſo auf eine zweyfache Art bewegen. Die erſtere Bewegung, durch welche es von den afrikaniſchen Küſten an die Küſten von Amerika gebracht wird, wird verurſachen, daß es längſt Mexico nach den bermudiſchen Inſeln aufſteigt, und durch den 40° der Breite nach Europa übergeht (und wirklich ſind auch die Schiffer, wenn ſie von den atlantiſchen Inſeln zurückkehren wollen, genöthigt, dieſe Höhe zu gewinnen). Die andere Bewegung wird dieſes Waſſer von den afrikaniſchen Küſten an die Küſten von Braſilien und von da wieder zurück, von der Seite des Vorgebirges der guten Hoffnung, bringen. Auf eine ähnliche Art wird ſich auch die Sache im Südmeere verhalten, nur mit dem Unterſchiede, daß hier die Wirkung nicht eben ſo merklich ſeyn wird; denn der indianiſche Archipel und Neuholland ſetzen dem Waſſer kein ſolches Hinderniß entgegen, wie Amerika; demungeachtet fließen auch in dieſem Meere die Gewäſſer gleichſam auf ſich ſelbſt zurück, denn die Schiffe, welche von den philippiniſchen Inſeln in Amerika kommen, ſind genöthigt, den 40ten Grad nördlicher Breite zu gewinnen, und durch Californien zurückzugehen.

Die Frage, woher die Quellen ihr Waſſer erhalten? iſt von jeher verſchieden beantwortet worden. Gegen Halley's Meynung vom Urſprunge der Quellen (Th. II. S. 586. f.) hatte man vorzüglich den Einwurf gemacht, daß die höchſten Gebirge in Europa, z. B. die Alpen, auf welchen die Donau, der Rhein, die Rhone und der Po entſpringen,

wäh-

während der ſechs Wintermonate mit hohem Schnee bedeckt ſind, und die Flüſſe gänzlich verſiegen müßten, wenn Halley's Meynung Grund hätte. Herr de Lüc[h]) hat aber an der Stelle, wo er Woodwardts Hypotheſe (Th. II. S. 589.) von einem großen unterirdiſchen Waſſerbehälter widerlegt, gezeigt, daß dieſe vier Flüſſe im Winter weit weniger Waſſer als im Sommer enthalten, da hingegen die Seine, welche ihr Waſſer aus niedrigen Quellen und zum Theil vom Regen erhält, im Winter weit mehr als im Sommer anſchwillt. Auch verſiegen die meiſten Bäche der hohen Gebirge im Winter, die Quellen geben wenig Waſſer und hören zum Theil ganz zu fließen auf; nur die Gletſcher liefern eine geringe Menge Waſſer, welches durch die Wärme des Bodens nach und nach unter dem Eiſe abſchmilzt. Sobald aber der Frühling zurückkehrt, und der Schnee am Fuße der Gebirge ſchmilzt, ſo fangen die untern Bäche zu fließen an; bey Annäherung des Sommers endlich ſieht man allenthalben Bäche und Waſſerfälle entſtehen, welche den ganzen Sommer hindurch durch die erſtaunliche Eismaſſe beſtändig in gleicher Stärke mit Waſſer unterhalten werden, und die Flüſſe reichlich damit verſehen. Auch die Rhone ſteigt vom März bis zum Auguſt, und fällt eben ſo wieder in den Wintermonaten.

Herr Hube[i]) leitet die Entſtehung der Quellen mit Vitruv und Mariotte aus dem herabfallenden Regen- und Schneewaſſer ab. Er ſagt, dieſes Waſ-

h) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. I. a. d. Franz. Leipz. 1777. §. 155.

i) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. I. Brief 16.

Waſſer fließe zum Theil nach tiefern Gegenden ab, zum Theil verdunſte es, zum Theil ziehe es in die Erde. Je lockerer der Boden iſt, um deſto ſchneller dringt es in ihm ein. Sandige Flächen, wenn ſie keinen merklichen Abhang haben, werden ſelbſt nach dem ſtärkſten Regen bald wieder trocken. Das Waſſer dringt aber durch ſein Gewicht ſo tief als es nur kann in die Erde, bis es auf eine ſteinige oder feſte Erdſchicht kommt, die es nicht weiter durchläßt. Von dieſem Eindringen des Waſſers in eine oft ſehr große Tiefe ſieht man die augenſcheinlichſten Beweiſe in den meiſten unterirdiſchen Höhlen, wie auch in den Erzgruben. Hier quillt es mehrentheils zwiſchen den Ritzen des Geſteins allenthalben in ſolchen Mengen hervor, daß man die Gruben nur mit den größten Koſten davon befreyen kann. Wenn aber das unterirdiſche Waſſer bis auf eine feſte Schicht gekommen iſt, welche es nicht weiter durchläßt, ſo häuft es ſich in der unmittelbar darüber liegenden Erdſchicht oft ſehr ſtark an, und durchdringt dieſelbe nach allen Seiten, beſonders wenn ſie locker und ſandigt iſt. Daher findet man faſt allenthalben ſehr naſſe Sandſchichten, welche der Seegrund genannt wird, bald in einer größern bald in einer geringern Tiefe unter der Erde. Sie liegen mehrentheils viel höher, als die nahen Bäche und Flüſſe, zum Beweiſe, daß ſie ihr Waſſer von dieſen nicht erhalten. Zuweilen beſteht ſelbſt die Oberfläche der Erde aus einer ſolchen naſſen Sandſchicht, wenn nahe unter ihr eine dem Waſſer undurchdringliche feſte Erdſchicht liegt. Der Seegrund iſt deſto näſſer, je mehr es regnet. Wenn er ſich nahe unter Aeckern befindet, ſo macht er dieſe naß, unfruchtbar, und oft zum Anbau des Wintergetreides ungeſchickt. Wenn man in ihm ein Loch

gräbt,

gräbt, ſo füllt ſich dieſes mehrentheils bald mit Waſſer an, und daher haben die meiſten Brunnen ihr Waſſer aus dem Seegrunde. Die unterirdiſchen naſſen Schichten kommen oft irgendwo an der Oberfläche der Erde zum Vorſchein. Beſonders geſchieht dieß in den Betten der Flüſſe, und in den Schluchten, wie auch an den Bergen. In ſolchen Gegenden dringt oft an den tiefſten Stellen der naſſen Schichten das Waſſer mit Gewalt heraus, und bildet Quellen. Die Quellen ſind alſo als Mündungen unterirdiſcher Seen anzuſehen, und geben daher, auch wenn es eine Zeitlang nicht regnet, immerfort Waſſer, weil jene Seen nach dem Regen oder Schnee ſich auf einmal füllen, und nachher ihr Waſſer durch die Quellen nur langſam und allmählig verlieren. Indeſſen pflegen doch die meiſten Quellen bey großer Dürre ſehr merklich abzunehmen, zuletzt wohl gar zu vertrocknen, und nie ergiebiger zu ſeyn, als in den näſſeſten Jahrszeiten. Selbſt dieſer Umſtand beweißt, daß ſie bloß von dem Waſſer der Erdatmoſphäre unterhalten werden.

Die Quellen werden gewöhnlich unter den Bergen und Anhöhen, in den Betten der Flüſſe, und ſelbſt im Meere angetroffen. Das Regenwaſſer muß nämlich allezeit zuerſt bis auf eine gewiſſe Tiefe in die Erde eindringen, und ſich daſelbſt anhäufen, ehe es unter der Geſtalt einer Quelle zum Vorſchein kommen kann. Zwar giebt es zuweilen auch oben auf den Bergen Quellen, wie z. B. der Hexenbrunnen auf dem Brocken in den Harzgebirgen; allein auch dieſe liegen allezeit beträchtlich niedriger, als die höchſten Spitzen der Berge. Hohe Spitzen aber können, wenn ſie auch von keinem großen Umfange ſind, dennoch

die Quellen hinlänglich mit Waſſer verſehen, da ſie ſo oft von den Wolken bedeckt und getränkt werden.

Dieſe letzten Worte des Herrn Hube geben zu erkennen, daß er noch außer dem Regen- und Schneewaſſer eine andere Urſache der Quellen annimmt, dieſe nämlich, daß ſich, wie Halley behauptet, die im Luftkreiſe aufgeſtiegenen Dünſte an den Bergen zu Waſſer verdichten, und von ihnen eingeſogen werden. Hierüber erklärt er ſich an einem andern Orte noch näher [k]). Er nimmt nämlich an, daß die Wolken, wenn ſie ihre Elektricität verlieren, ihre Feuchtigkeit fahren laſſen müſſen. Hievon, ſagt er, überzeugt uns am deutlichſten die Erfahrung in gebirgigten Gegenden, wo die Gipfel der Berge von den Wolken, welche ſie umhüllen, beſtändig ſehr reichlich mit Waſſer getränkt werden, und die Wolken nach und nach gleichſam zerſchmelzen. Dieß Waſſer iſt aber eine von den vornehmſten Urſachen der vielen Quellen und Bäche, die man an hohen Bergen findet, und von der Fruchtbarkeit, welche dieſe Quellen in den umliegenden Gegenden verbreiten. Durch die Berge kommt überhaupt das Waſſer, welches die Flüſſe beſtändig von dem Lande dem Meere zuführen, von dem Meere wieder auf das feſte Land zurück. Denn Wolken, die über dem Meere entſtehen, werden oft von den Winden ſehr weit weggeführt, ohne ſich in Regen zu ergießen. Sobald ſie aber über das Land kommen, und ſich den Spitzen hoher Berge nähern, werden ſie von dieſen als elektriſirten Körpern angezogen, hängen ſich an ſie, und zerfließen hier entweder auf einmal, oder ganz unmerklich nach und nach, indem ſie

k) Vollſtänd. und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. B. II. Brief 29.

ſie durch Berührung mit den Bergen ihre Elektricität verlieren.

Auch de la Metherie [1]) nimmt die von Mariotte und Halley behaupteten Urſachen der Entſtehung der Quellen an. Er ſagt, die Berge und das an dieſelben grenzende Land und die Hügel verdichten die Dünſte, die Gipfel der Berge halten die Nebel auf, die Wolken ſetzen Feuchtigkeit an die Berge ab, das Regenwaſſer dringt in dieſelben ein u. ſ. w. Alle dieſe Urſachen verſchaffen den Bergen das Waſſer, welches zur Bildung der Quellen nöthig iſt. Nach des Herrn de la Metherie's Meynung kommt es ganz auf die Verwandtſchaft der Erden an, welche dieſe gegen das Waſſer haben. Die Kalkerden haben, fährt er fort, nur wenig Verwandtſchaft gegen daſſelbe, und halten es nicht zurück; die Kieſelerde, oder vielmehr der Quarzſand, ſteht mit dem Waſſer in gar keiner Verwandtſchaft, und kann alſo auch nicht verhindern, daß es ſeinen Lauf weiter fortſetzt; aber mit der Thonerde hat es eine andere Bewandtniß; das Waſſer dringt in dieſelbe ein, ſchwellt ſie auf, und zeigt eine ſtarke Verwandtſchaft gegen ſie; daher kann es durch Thonlager nicht hindurch fließen, und der Thon verhält ſich immer auf dieſelbe Art gegen das Waſſer, wenn er auch nicht ganz rein, ſondern mit Sand, Kalk- oder Dammerde, oder mit Eiſenkalke u. ſ. f. vermiſcht iſt; denn wenn er ſich nur in einer hinreichenden Menge vorfindet, ſo wird er immer dem Waſſer ein Hinderniß in den Weg legen. Wenn nun ein Stück Land durch den Regen, durch

1) Theorie der Erde, a. d. Franzöſ. Th. II. Leipz. 1797. 8. S. 260. f.

durch Wolken, durch Nebel angefeuchtet oder benetzt worden iſt, ſo wird ein Theil des Waſſers auf der Oberfläche deſſelben zuſammenfließen; wenn es nicht in den Boden eindringen kann, ſo wird es ſich nach den abſchüſſigen Seiten hinbegeben und ſich unmittelbar in die Bäche, Flüſſe, Ströme, Seen und Meere ergießen. Ein anderer Theil dieſes Waſſers wird die Erde durchdringen, und von derſelben eingeſogen werden. Von dieſem Theile wird eine gewiſſe Menge ſogleich wieder verdunſten, und zur Entſtehung neuer Wolken Gelegenheit geben; eine andere Menge wird in die Pflanzen übergehen, das Wachsthum derſelben befördern u. ſ. w. Der dritte Theil endlich wird in dieſer Erde zurückbleiben, und ſich, nachdem die Erde dieſe oder jene Beſchaffenheit hat und mehr oder weniger nahe gegen das Waſſer verwandt iſt, mit derſelben verbinden, oder auch durch ſie hindurchgehen. Denn wenn die Erde ein wirklicher Quarzſand iſt, ſo wird das Waſſer ſchnell durchfließen; wenn ſie von kalkartiger Natur iſt, ſo wird es etwas in ihr verweilen; wenn ſie aber aus Thon oder Mergel beſteht, ſo wird es ſich lange darin aufhalten. Dieſes Waſſer wird alſo die Erde früher oder ſpäter wieder verlaſſen, und ſich, nachdem der Boden mehr oder weniger geneigt iſt, in die niedrigern Gegenden begeben. Wenn aber das Waſſer endlich ein undurchdringliches Hinderniß findet, ſo wird es ſtehen bleiben, und dieſes Hinderniß wird es nöthigen, ſich anzuhäufen, wenn ſich hier eine Vertiefung, eine Art von Keſſel findet, und ſo einen unterirdiſchen See bilden; das Waſſer wird ſich dann an dieſem Orte immer mehr anſammlen und höher ſteigen, bis es endlich einen Ausweg findet, durch welchen es entweichen, und dann an dem Abhange des Berges herabfließen wird.

wird. Wenn aber das Erdreich, durch welches das Waſſer aufgehalten wird, keinen Keſſel, ſondern vielmehr eine ſchiefe Ebene ausmacht, ſo wird das Waſſer dieſer Fläche nachgehen, und endlich an den Orten, wo ſie ſich endigt, Quellen bilden. Harte Steinmaſſen, welche keine Spalten haben, werden eben ſo wie die Thonſchichten wirken; die Steine, aus welchen die urſprünglichen oder Granitgebirge beſtehen, ſind hart, haben faſt gar keine Riſſe, und verſtatten dem Waſſer faſt gar keinen Durchgang; ſobald als das durch die obern Erdſchichten durchgeſikerte Waſſer zu dieſen Steinen gelangt, wird es alſo hier ein unüberwindliches Hinderniß antreffen, und folglich an den ſchiefen Ebenen, die überall nach der Oberfläche hingehen, zuſammenfließen; hier werden nun Quellen aus demſelben entſtehen. Dieß iſt der Grund, warum es an den urſprünglichen Gebirgen ſo viele Quellen giebt, die aber insgeſammt nur klein ſind. In den Gebirgen von zweyter Entſtehung verhält ſich die Sache anders. Die Steinbänke, aus welchen dieſe Gebirge zuſammengeſetzt ſind, haben auf allen Seiten Spalten; das Waſſer, welches ſich in dieſe Spalten ergoſſen hat, kann alſo durch die Steine nicht aufgehalten werden, und es wird daher mehr oder weniger tief zwiſchen dieſe Bänke eindringen; überdem ſind die Abhänge an dieſen Bergen weniger ſteil, und das Waſſer wird daher langſamer fließen, u. ſ. w.; alle dieſe Umſtände werden machen, daß hier die Quellen ſeltener ſind; und da auch an dieſen Orten die Erdlagen meiſtentheils aus Thon und Mergel beſtehen, ſo werden ſie das Waſſer eine längere Zeit zurückhalten. Eben dieſe Thon- oder Mergelarten, wenn ſie unmittelbar mit einander zuſammenhängen, werden dem Waſſer ein unüberwindliches Hinderniß in

in den Weg legen; es wird ſich in denſelben, wie in einem Behälter, anſammlen, und wird nur dann, wenn es Spalten oder Riſſe in dieſen Lagen gefunden hat, entweichen. Wenn dergleichen Thonſchichten nach der Oberfläche der Erde hin abhängig ſind, ſo werden die Waſſer, die über dieſen Schichten fließen, am unterſten Theile derſelben eine Quelle bilden; wenn aber eben dieſe Schichten keinen Ausgang an der Oberfläche der Erde, ſondern vielmehr unter dieſer Oberfläche haben, ſo werden die Waſſer, da ſie immer dem Abhange nachgehen, unterirdiſche Flüſſe ausmachen, die endlich in großer Maſſe an den unterſten Theilen anſehnlicher Berge auf die Oberfläche der Erde hervortreten werden; ſolche Bewandtniß hat es mit den Waſſern, welche die Quellen der Loire, des Brunnens von Vaucluſe u. ſ. f. bilden; dieſe Quellen ſind ſehr anſehnlich.

Es iſt gar nicht unmöglich, daß einige von dieſen unterirdiſchen Strömen in den Schooß des Meers übergehen, und die Quellen ſüßen Waſſers bilden, die man hier antrifft.

Mehrere Steinbänke der Gebirge von zweyter Art haben gar keine Riſſe, und es wird alſo auch kein Waſſer in dieſelben eindringen, oder ſich zwiſchen ihnen verlieren können; aber dieſe Lagen, über welchen das Waſſer hinfließen wird, können mannichmal eine Vertiefung haben, und ſo eine Art von Gefäß bilden, deſſen Seitentheile dem Waſſer gleichfalls den Durchgang verſagen werden; das Waſſer, das hier zuſammenfließt, wird alſo wie in einem Canale ſtehen bleiben und immer höher treten, bis es endlich einen Ausgang findet. Auf ſolche Art bilden ſich nach de

la Metherie die unterirdiſchen Gewäſſer, die man an manchen Orten antrifft.

Wenn man den Quellen nachgeht, ſo entdeckt man nur ſelten große innerliche Behälter, in welche ſich Waſſer ſammlet; man iſt in den Bergen und Bergwerken, z. B. zu Bex in der Schweiz, mehreren Quellen ſehr weit nachgegangen, und man hat doch keine ſolche Behälter finden können. Die meiſten Quellen werden alſo durch feuchte und naſſe Erde unterhalten, die ihre Feuchtigkeit dem Thau, den Nebeln oder dem Regen verdanken; denn dieſe Erde hält, je nachdem ſie mehr oder weniger nahe Verwandtſchaft gegen das Waſſer hat, dieſes ſtärker oder minder ſtark zurück; endlich aber verläßt das Waſſer die Erde und fließt dahin, wo der Boden abhängig iſt, und wenn es undurchdringliche Hinderniſſe antrifft, die ſich bis an die Oberfläche der Erde ausbreiten, ſo tritt es hier zu Tage aus und bildet Quellen.

Auch, bemerkt de la Metherie, kann man nicht bezweifeln, daß die Quellen einen Theil ihres Waſſers von den Wolken erhalten, die ſich über der Erde und dem Meere bilden, in ihrem Gange von den hohen Bergen aufgehalten werden, und ihr Waſſer in flüſſiger oder feſter Geſtalt von ſich geben.

Atmoſphäre der Erde.

Ueber die Höhe des Luftkreiſes unſerer Erde ſind die Meynungen der Naturforſcher in dieſem Zeitraume außerordentlich verſchieden. Nach Herrn Hube [m]) ſoll

m) Vollſt. und faßl. Unterricht in der Naturlehre. B. I. 38. Brief.

ſoll die Luft an ihrer äußerſten Grenze 1400mal dünner als an der Erdfläche ſeyn, indem man es auch mit den allerbeſten und vollkommenſten Luftpumpen noch nie habe dahin bringen können, die Luft mehr als 1400mal zu verdünnen, und vielleicht habe man ſelbſt die Grenze noch nie erreicht. Man könne daher annehmen, daß eine ſolche verdünnte Luft ſich wirklich im natürlichen Zuſtande befinde. Nimmt man daher die mittlere Höhe des Barometers am Ufer des Meers 28 Zoll und nach den Beobachtungen des Herrn de Sauſſure die auf dem Montblanc, welcher über dem Meere 2257 Toiſen erhaben iſt, 16 Zoll, mithin ihr Verhältniß wie 28 : 16 = 7 : 4 an, ſo muß nach dem Mariotte'ſchen Geſetze in einer doppelten Höhe des Montblanc die Dichtigkeit der Luft zu ihrer Dichtigkeit unter dem Meere wie $2\frac{2}{7}$: 7 oder faſt wie 1 : 3 ſeyn. In der vierfachen Höhe iſt ſie wie 1 ; 9, in der achtfachen wie 1 : 81, und in der vierzehnfachen wie 1 : 2187. Alſo muß in der 14mal größern Höhe, als die von 2257 Toiſen iſt, die Atmoſphäre ſchon mehr als 2000mal dünner ſeyn, als unten an der Erde. Rechnet man auf die Meile 3800 Toiſen, ſo macht die doppelte Höhe des Montblanc ziemlich genau $\frac{45}{38}$ einer Meile aus. Nimmt man daher dieſe Höhe ſiebenmal, alſo die Höhe des Montblanc 14mal, ſo erhält man $8\frac{1}{3}$ Meile. Hieraus erhellet, daß die ganze Höhe der Atmoſphäre unſerer Erde wahrſcheinlich keine 8 geographiſche Meilen betrage.

Dem Herrn de la Metherie [n]) iſt es wahrſcheinlich, daß die Ausdehnung der atmoſphäriſchen Luft in den obern Lagen weit beträchtlicher ſey, als man ſie gemeiniglich annehme, ob es gleich beym erſten Anblick ſcheinen könnte, daß ſie der ungemein hefti-

n) Theorie der Erde. Th. I. S. 173.

heftigen Kälte wegen, die in dieſen Regionen ſtatt finde, weniger beträchtlich ſeyn müſſe. Wir bemerkten augenſcheinlich, daß es nicht möglich ſey, eine faſt unmerkliche Leere unter der Glocke einer Luftpumpe hervorzubringen, weil die Luft ſich ſo ſehr ausdehnen laſſe, daß ſie, wenn wir die Verdünnung derſelben ſo weit als möglich getrieben hätten, einen Raum einnehme, von dem wir gar keine Kenntniß hätten. Sie müſſe alſo in den entfernteſten Lagen der Erdatmoſphäre eine ähnliche Ausdehnbarkeit beſitzen, und dieſer Umſtand müſſe machen, daß ſich der Dunſtkreis viel weiter erſtrecke, als man gemeiniglich, einigen Erſcheinungen zu Folge, annehme.

Durch eine andere Erſcheinung, welche dem Herrn Oberamtmann Schröter begegnete, veranlaßt, ſchloß Herr Melanderhielm o) zu Upſala, daß unſere Erdatmoſphäre eine weit größere Höhe beſitzen müſſe, als bisher angenommen werde. Herr Schröter in Lilienthal nahm nämlich am 28ten Jun. 1795. mit ſeinem 27füßigen Reflektor von 20 Zoll Oeffnung im Ophiuchus in der Gegend der Geſtirne ν und ζ der Schlange zufällig eine weite Lichterſcheinung wahr, welche ſeiner Vermuthung nach über 1000 Meilen von der Erdfläche entfernt ſeyn mochte. Weil dieſe Erſcheinung wahrſcheinlich in der Atmoſphäre unſerer Erde vorgieng, ſo ſah ſich ſelbſt Herr Schröter, ſowohl dieſer Erſcheinung als auch anderer Gründe wegen, veranlaßt, die Höhe der Atmoſphäre für einige Tauſend Meilen über der Erdfläche zu halten.

Herr

o) Konigl. Vetenskaps Academiens nya Handlingar I. Quart. Stockh. 1798. von Droyſen ins Deutſche überſetzt.

Herr Melanderhielm bemerkt, daß ſich ein ſicherer Schluß über die Höhe unſerer Erdatmoſphäre aus dem Verdichtungsgeſetze der Luft herleiten laſſe, nach welchem ihre Dichtigkeit im Verhältniſſe mit dem Drucke der darüber ſtehenden Atmoſphäre ſtehe, und deſſen Richtigkeit durch vielfältige Verſuche außer Zweifel wäre. Nehme man zugleich an, daß die Centralkraft der Theile der Atmoſphäre gegen den Mittelpunkt der Erde unveränderlich ſey, ſo finde man, daß, wenn man zu den ungleichen Höhen der Luftſchichten über der ſphäriſchen Oberfläche der Erde, als Abſciſſen, die verhältnißmäßige Dichtigkeit jeder Schicht als ſenkrechte Ordinaten aufträgt, die dadurch beſtimmte Curve logarithmiſch ſey. Hiebey ſey aber zu bemerken, daß dieſe Verſuche nur in ſolchen Entfernungen von der Erdfläche gemacht werden könnten, deren Unterſchied in Rückſicht auf die Entfernung vom Mittelpunkte der Erde ſo gering ſey, daß er für die Verſuche ſelbſt unmerklich werde. Sey dagegen die Frage von der Abnahme der Dichtigkeiten der Luft dem Geſetze der Schwere in großen und zunehmenden Entfernungen von der Oberfläche der Erde gemäß, ſo werde der Unterſchied zwiſchen dieſen Dichtigkeiten und denen, welche dem in der Natur wirklich herrſchenden Geſetze der Schwere gemäß berechnet ſind, ſehr merklich. Deßwegen hat Melanderhielm jenes Problem auch dem herrſchenden von Newton entdeckten Geſetze der Schwere gemäß aufgelößt, und gefunden, daß, wenn die Dichtigkeiten unſerer Atmoſphäre vom Mittelpunkte der Erde in geometriſchen Verhältniſſen abnehmen, die dieſem Geſetze gemäß dazu gehörigen Entfernungen vom Mittelpunkte der Erde in einem harmoniſchen Verhältniſſe zunehmen müſſen. Dieſer Schluß treffe auch mit dem, was Newton in ſei-

nen

nen Princip. L. II. prop. XXII. ſynthetiſch erwieſen habe, überein.

Höhen in der Atmoſphäre vermittelſt des Barometers zu beſtimmen, dazu wurden die Naturforſcher beſonders durch die wichtigen Unterſuchungen des Herrn de Lüc aufgemuntert. Der Ritter Georg Shuckburgh p) hatte eine Reiſe nach Italien in dem Jahr 1775. unternommen, und da er ſich nun gerade zu Genf befand, alſo in der Gegend, wo de Lüc ſeine Beobachtungen gemacht hatte, die ſeiner Regel für die Höhenmeſſung mit dem Barometer zum Grunde lagen, ſo nahm er ſich vor, die Verſuche daſelbſt zu wiederhohlen. Er hatte zwey Barometer mit Behältniſſen von Ramsden mit, und einige genaue Thermometer nebſt einem Aequatorialinſtrument, deſſen getheilter Bogen von 7 Zoll Durchmeſſer war. Zuerſt ſtellte er den Verſuch auf dem Berge Saleve an, maß zuförderſt die Höhe deſſelben geometriſch, und fand dieſe von dem Niveau des einen Endpunktes ſeiner Standlinie an gerechnet 2831,76 Fuß, welche Meſſung er bis auf 3 oder 4 Fuß für richtig hält. Die Beobachtungen wurden mit der größten Sorgfalt angeſtellt, und in dieſen glaubt er bis auf $\frac{8}{100}$ Zoll ſicher zu ſeyn. Die Beobachtung ſelbſt berechnete er nach de Lüc's Methode, welche Horsley auf Engliſches Maaß reducirt hatte. Seine gefundenen Reſultate ſchienen zu beweiſen, daß die Regel des Herrn de Lüc fehlerhaft ſey, und dieß brachte ihn auf die Vermuthung, als ob das Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte des Queckſilbers und der Luft nicht richtig, und die Einem Zoll Queckſilber gleich wiegende Luftſäule wohl

p) Philoſ. Tranſact. 1774. Vol. LXIV. P. I. n. 20.

wohl um $\frac{1}{43}$ oder um 23,1 Fuß auf jede 1000 Fuß zu klein angenommen wäre.

Dieß veranlaßte dem Herrn Shuckburgh, des Herrn de Lüc's Regel auf höhern Bergen weiter zu prüfen. Zu dieſer Abſicht begab er ſich auf den Berg Mole bey Genf, in Geſellſchaft der Herren de Sauſſure und Trembley, und die Reſultate dieſer Beobachtungen gaben auch hier beynahe den nämlichen Fehler, wie auf dem Berge Saleve. Dadurch ward Herr Shuckburgh in ſeinem Urtheile beſtärkt, daß entweder das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers und der Luft jetzt anders ſeyn müßte, als es 1756–1760. geweſen iſt, wo Herr de Lüc ſeine Beobachtungen machte, oder aber einer von beyden müßte in den Beobachtungen ſelbſt geirrt haben. Indeſſen ſchien ihm der Fehler nicht daher zu rühren, daß des Herrn de Lüc's Barometer heberförmig, das ſeinige aber ein Gefäßbarometer war, weil Herr de Sauſſure ſelbſt mit dem heberförmigen Barometer Beobachtungen anſtellte, und den Unterſchied der ſeinigen und der von Shuckburgh gemachten ganz unbeträchtlich fand. Zu gleicher Zeit beobachtete auch der Bruder des Herrn de Lüc auf dem Berge Mole, woraus ſich ergab, das Herr de Lüc das ſpecifiſche Gewicht der Luft zu klein angenommen haben müſſe.

Auch bey der Verbeſſerung wegen der Wärme glaubt Shuckburgh Fehler entdeckt zu haben. Aus Verſuchen, welche er über die Ausdehnung der Luft durch die Wärme angeſtellt hatte, wobey das Volumen beym Eispunkte um 2,43 Tauſendtheile ſtieg, wenn ſich die Wärme um 1 Grad änderte, hielt er ſich berechtigt, zu ſchließen, daß die Temperatur, bey welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe un-

mittelbar in engliſchen Klaftern giebt, nicht 39,7, wie nach Horsley aus de Lüc's Formeln folge, ſondern 31,4 Grad nach Fahrenheit, mithin beynahe der Eispunkt ſelbſt ſey. Darauf gründet er nun eine ſehr weitläuftige ganz neue Berechnung, welche von ſeinen zu dieſer Abſicht mitgetheilten Tabellen abhängt.

Auch William Roy hat in eben dem Bande der philoſophiſchen Transactionen die Regeln des Herrn de Lüc einer Prüfung unterworfen. Sorgfältig angeſtellte Verſuche über die Ausdehnung der Luft im Amontons'ſchen Luftthermometer leiteten ihn auf die Folge, daß bey den gewöhnlichen Temperaturen die Ausdehnung der Luft, im Durchſchnitt genommen, für jeden Grad veränderter Wärme 2,45 Tauſendtheilchen des ganzen Volumens betrage, da de Lüc vermöge der Reduktion von Horsley nur 2,10 annehme, mithin für jeden Fahrenheit'ſchen Grad 0,35, d. i. $\frac{1}{7}$ der ganzen Ausdehnung zu wenig ſetze. Aus den durch ihn ſehr ſcharf gemeſſenen Höhen der Berge Snowdon und Moel Ellio in Carnarvanſhire glaubt er folgern zu können, daß die Temperatur, wobey keine Verbeſſerung nöthig iſt, ſehr nahe am Eispunkte ſey, auch daß die Beobachtungen bey Sonnenaufgang, welche de Lüc wegläßt, gerade die zuverläſſigſten ſind. Seine Berechnung führt er zwar auch mit Logarithmen, zur Verbeſſerung wegen der Wärme aber giebt er Tabellen, und zum Ueberfluſſe auch Thermometerſkalen an. Seine Verbeſſerung beträgt $+ \frac{m - 32}{408} x$, wenn m die mittlere Temperatur der Luftſäule in Fahrenheit'ſchen Graden ausdruckt, mithin iſt nach ihm

x =

$$x = 10000\left(1 + \frac{m - 32}{408}\right)(\log.\alpha - \log.y)$$

in engliſchen Klaftern, wenn α die an der Meeresfläche und y die an dem über der Meeresfläche erhabenen Orte beobachteten Barometerhöhen andeutet.

Herr de Lüc q) hat ſeine Regel in Schutz genommen, und iſt der Meynung geweſen, daß die von Shuckburgh und Roy gefundenen Abweichungen daher rühren, weil ſie ihre Beobachtungen mit dem Thermometer im Schatten, er aber beſtändig an der Sonne, anſtellten. Uebrigens ſtellt Shuckburgh noch eine Vergleichung mit ſeinen und den von Roy gegebenen Regeln an, und findet ſie in einigen Stücken von einander abweichend. Aus Meſſungen zeigt er, daß nach den ſeinigen die Höhe nur 2, nach Roy's Regeln aber 14 Zehntauſendtheilchen zu groß erhalten werde.

Herr Nevil Maſkelyne r) hat die Formeln des Herrn de Lüc für engliſches Maaß und in Fahrenheit'ſchen Graden ausgedruckt, und in einigen Stücken bequemer gemacht. Der Siedpunkt, oder 212 Fahrenh. Grad, iſt hier bey 30 engl. Zoll Barometerhöhe beſtimmt, da ihn die franzöſiſchen Künſtler bey 27 Zoll zu beſtimmen pflegen. Auch Horsley beſchäftigte ſich mit dieſen Reduktionen, und giebt Vorſchriften zur bequemen Anwendung der de Lüc'ſchen Regeln. Er zeigt die allgemeinen Gründe, Höhen und Barometerſtände mit einander zu vergleichen, und bedient ſich nach dem engliſchen Geſchmacke, auf die Art wie Cotes, der logarithmiſchen Linie.

q) Philoſ. Tranſact. 1778. Vol. LXVIII. P. I. n. 17.

r) Ibid. 1774. Vol. LXIV. P. I. n. 20.

Linie. In Anſehung der Verbeſſerung wegen der Temperatur der Luft kommt es nach ihm darauf an, daß ſich durch die Wärme die Subtangente der logarithmiſchen Linie ändere. Unter der Subtangente verſteht er die Höhe einer Säule flüſſiger Materie, welche überall ſo dicht iſt, als die unterſte Luft, und ſo ſtark druckt, als die Atmoſphäre. Zuletzt giebt er noch 4 berechnete Tafeln zur Verbeſſerung wegen des Siedpunkts; zur Vergleichung des de Lüc'ſchen Thermometers mit dem Fahrenheit'ſchen; zur Verbeſſerung wegen der Temperatur der Luft, und endlich Vorſchriften zum Gebrauche dieſer Tafeln.

Auch Herr Hofr. Zimmermann [s]) in Braunſchweig hat viele barometriſche Beobachtungen mit Anwendungen von Herrn de Lüc's Regeln angeſtellt. Am 21ten May 1775. beobachtete er auf dem Andreasthurme in Braunſchweig mit einem de Lüc'ſchen Heberbarometer, und fand die Höhe deſſelben 114,91 Braunſchw. Fuß; durch trigonometriſche Meſſungen hatte er ſie 115 Fuß gefunden. Nachher unternahm er eine Reiſe auf den Harz, und prüfte daſelbſt de Lüc's Regeln nicht allein auf Höhen, ſondern auch in den Tiefen der Bergwerke, und fand ſie mit den unmittelbaren Meſſungen und den Markſcheideangaben ziemlich übereinſtimmend [t]).

Noch näher hat Trembley [u]) des Herrn de Lüc's Vorſchriften geprüft, wobey er vorzüglich die Abſicht

s) Gelehrt. Beyträge zu den Braunſchw. Anzeigen 1775. 45. u. 46. St.

t) Beobachtungen auf einer Harzreiſe, nebſt einem Verſuche, die Höhe des Brockens durch das Barometer zu beſtimmen. Braunſchw. 1775. 8.

u) Analyſe des quelques experiences faites pour la determina-

Abſicht gehabt hat, zu zeigen, wie nothwendig es ſey, fernere Unterſuchungen anzuſtellen. Nach ſeiner Meynung müſſe man nämlich beſtändig zwey weſentlich verſchiedene Rechnungen unterſcheiden, und ſie nie aus den Augen laſſen: 1. die Rechnungen für die Normaltemperatur, bey welcher die Differenz der Logarithmen die Höhe unmittelbar in einem Maaße, z. B. in Tauſendtheilchen der Pariſer Toiſe u. ſ. f. giebt, wobey alſo weiter keine Verbeſſerung nöthig wäre; dieſe Berechnung nennt er die einfache Methode; 2. die Größe der Verbeſſerung für jeden Grad, um welchen die wirkliche Wärme von jener Normaltemperatur abweicht. Dieſe Rechnung mit der vorigen verbunden nennt er die berichtigte Methode. Wegen der Vernachläſſigung dieſer beyden von einander verſchiedenen Stücke glaubt er mit Recht, den Ritter Shuckburgh und Horsley'n tadeln zu können. Denn wenn z. B. Shuckburgh der Methode des Herrn de Lüc den Fehler beymeſſe, daß ſie die Höhe ohngefähr um $\frac{1}{50}$ zu klein angebe, und zur Berichtigung derſelben Verbeſſerungstafeln mittheile, ſo vermiſche er den Fehler der einfachen und den der berichtigten Methode ſo mit einander, daß man nicht mehr erkenne, was der einen oder der andern zukomme. Daher berechnet Trembley 14 vom Ritter Shuckburgh angeſtellte Beobachtungen bey Genf und 83 von Roy in England gemachte, nebſt noch einigen wenigen von de Sauſſüre und de la Caille, nach de Lüc's Vorſchrift, vergleicht ſeine erhaltenen Reſultate mit den geometriſchen Meſſungen, und bringt alles in Tabellen, in welchen er die beobachteten mittleren Grade der Wärme, die Fehler der einfachen und

mination des hauteurs par le moyen du baromètre in *de Sauſſure* voyag. des Alpes. T. II. 1786. p. 616. ſqq.

und die der berichtigten Methode jeden beſonders angiebt. Der Gebrauch dieſer Tabellen iſt nach ihm folgender: für jeden Grad des Thermometers nimmt er die zu demſelben gehörigen Angaben der Tafeln zuſammen, ſucht daraus ein arithmetiſches Mittel, und dieſe im Durchſchnitt genommenen Mittelzahlen bringt er in eine neue Tabelle nach den Graden des Reaumür'ſchen Thermometers geordnet. Dieſe Darſtellung giebt zu erkennen, daß die Beobachtungen von Shuckburgh und Roy für die Fälle, wo die Wärme 10 Grad und darunter iſt, gut mit einander übereinſtimmen, dagegen Herrn de Lüc's Regel mit jenen nur etwa bey 2 bis 3 Beobachtungen übereinkommt. Deßwegen nimmt er die vom Herrn de Lüc feſtgeſetzte Normaltemperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nicht an, ſondern ſetzt vielmehr dafür das Mittel zwiſchen Shuckburgh's und Roy's Normaltemperatur, wovon jene faſt 12°, dieſe 11°,25 iſt, $= 11\frac{1}{2}°$, und ſucht für jede Angabe der letztern Tabelle den Coefficienten, den man ſtatt de Lüc's 215 brauchen müßte, wenn das Reſultat mit der geometriſchen Meſſung übereinſtimmen ſoll. Die auf dieſe Weiſe berechneten Coefficienten hat er gleich mit in die vierte Spalte der zuletzt angeführten Tabelle gebracht.

Von dieſen Coefficienten, die ausgenommen, welche von den übrigen am meiſten abweichen, nimmt er wiederum ein Mittel, und findet dafür 192. Nachher berechnet er die 14 Beobachtungen von Shuckburgh und die 83 von Roy unter der Vorausſetzung, daß die Normaltemperatur $11\frac{1}{2}$ Grad nach Reaumur, und die Verbeſſerung für jeden Grad Wärme $= \frac{1}{192}$ ſey, und findet auf ſolche Art den mittleren Fehler von Shuckburgh's Beobachtun-

gen nur $+ \frac{4}{1000}$; den von Roy's Beobachtungen aber $+ \frac{20}{1000}$, oder wenn er 5 ſehr von einander abweichende, mehrentheils in großer Wärme gemachte Beobachtungen wegläßt, ebenfalls nur $+ \frac{4}{1000}$.

Die nämliche Normaltemperatur $11\frac{1}{2}^{\circ}$ mit dem nämlichen Coefficienten 192 findet er auch auf folgende Art. Nach Shuckburgh iſt die Normaltemperatur $11\frac{3}{4}$ und nach de Lüc $16\frac{3}{4}$, mithin der Unterſchied 5°. Daher werden bey der de Lüc'ſchen Verbeſſerung $\frac{5}{215} = \frac{1}{43}$ mehr von der Höhe abgezogen, als bey der Shuckburg'ſchen. Da nun dieß $\frac{1}{43}$ eben das ausmacht, um welches Shuckburgh die de Lüc'ſchen Höhen zu klein findet, ſo erhellet, daß beyde nur in der Normaltemperatur abweichen, übrigens der Coefficient bey beyden einerley, alſo = 215 iſt. Dagegen ſetzt Roy die Normaltemperatur $11\frac{1}{4}$, und wenn man die Höhe in engliſchen Faden verlangt, auf Null. Weil nun der engliſche Faden etwa um $\frac{1}{15}$ kleiner als die Pariſer Toiſe iſt, ſo muß man nach Roy auf $11\frac{1}{4}$ Grad Unterſchied eine Verbeſſerung von $\frac{1}{15}$, alſo auf 1 Grad $\frac{1}{169}$ rechnen, woraus ſich ergiebt, daß Roy's Coefficient = 169 ſey. Das Mittel zwiſchen dieſen beyden Methoden iſt demnach in Anſehung der Normaltemperatur $(11\frac{3}{4} + 11\frac{1}{4}) : 2 = 11\frac{1}{2}$, und in Anſehung der Coefficienten $(215 + 169) : 2 = 192$, welches genau die oben gefundenen Data ſind. Doch iſt hiebey noch zu bemerken, das Roy eigentlich gar keinen beſtändigen Coefficienten ſetzt, ſondern der Wirkung der Wärme für jeden Grad ein anderes Verhältniß giebt.

Der Umſtand, daß Herr de Lüc ſein Thermometer beſtändig im Sonnenlichte beobachtet, kann nach Trembley wohl einen Theil dieſer Abweichungen, aber

aber doch nicht alles erklären; höchſtens kann dieſer Unterſchied bis auf 5 Grad nach Fahrenheit ſich erſtrecken, da doch de Lüc's Normaltemperatur um 11 Grad höher, als bey Shuckburgh und Roy ſteht.

Nach dieſem aus Shuckburgh's und Roy's Methoden gezogenen Mittel wäre mithin Trembley's Formel dieſe:

$$x = 10000\left(1 + \frac{\varrho - 11,5}{192}\right)(\log. \alpha - \log. y),$$

wenn ϱ den beobachteten Reaumür'ſchen Grad anzeigt. Hiernach berechnet nun Trembley noch einige Beobachtungen von den Herren de Sauſſure, Pictet und le Monnier, und bemerkt zuletzt, es ſey noch zu früh, Skalen und Tabellen zu leichtern Berechnungen zu verfertigen, und überdieß lohne es nicht einmal der Mühe, weil die Formel an ſich leicht und einfach ſey. Vor der Hand wäre es nützlicher, jede Beobachtung auf den ihr zugehörigen Grad der Wärme zu beziehen, und wenn man auf dieſe Weiſe eine vollſtändige Sammlung werde erhalten haben, ſo könne man vielleicht erſt eine möglichſt richtige Regel geben.

Auch Herr Wünſch *) hat eine Formel angegeben, welche von dem Geſetze des Herrn Mariotte abweicht. Sie gründet ſich auf die Sätze, daß ſich die Dichtigkeit der Luft wegen des Geſetzes der Gravitation verkehrt wie die vierte Potenz der Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde verhalte, und daß man

*) Neue Theorie von der Atmoſphäre und Höhenmeſſungen mit Barometern. Leipz. 1782. 8.

man die ſo beſtimmte Dichtigkeit wegen des Drucks der obern Luft auf die untere mit der halben untern Barometerhöhe multipliciren müſſe, um die wirkliche Dichtigkeit zu erhalten. Hieraus ſoll nun eine Formel folgen, worin Differenzen der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen faſt eben ſo gebraucht werden, wie ſonſt die Unterſchiede der Logarithmen; deßwegen hat Herr Wünſch Tabellen über die Wurzeln vierter Potenz und ihrer Unterſchiede berechnet. Allein die Gründe, worauf ſeine Formel beruht, ſind bloße und höchſt unwahrſcheinliche Vorausſetzungen.

Herr Roſenthal[y]) ſucht anfänglich die Summirung von Schichten wieder hervor, deren jeder $\frac{1}{16}$ Linie Queckſilberfall zugehört. Dieſe Schichten berechnet er von 350 bis $187\frac{1}{2}$ Linien Barometerſtand, wobey er den der unterſten Schicht unbeſtimmt läßt, und ihn m nennt, daß folglich z. B. die Höhe derjenigen Schicht, welche dem Queckſilberſtand von 200 Linien zugehört, $= \frac{350}{200}$. m wird. Die Höhen dieſer Schichten, ſo wie ihre Summen von oben herab oder von der 3000ſten an gerechnet, bringt er in Tabellen. Die beyden beobachteten Barometerhöhen muß man alsdann in ſelbigen nachſchlagen, und die dabey ſtehenden Summen von einander ſubtrahiren, und dieſe Differenz noch mit m multipliciren. Um aber das m zu beſtimmen, braucht er die Meſſungen des de Lüc ſo, daß er die dabey gefundenen Höhen durch die Anzahl der Sechszehntheile von Linien dividirt, welche man aus dem Unterſchiede der Barometerſäulen erhält. Er glaubt dadurch zu finden, wie viel Höhe auf

y) Beyträge zur Verfertigung, der wiſſenſchaftlichen Kenntniß und dem Gebrauche meteorologiſcher Werkzeuge. Gotha. B. I. 1782. B. II. 1784. 8.

auf $\frac{1}{16}'''$ Unterſchied der Queckſilberhöhe kömmt. Allein die Methode, zu addiren, was eigentlich integrirt werden muß, iſt ſchon unrichtig, und wäre letzteres richtig, ſo könnten die Höhen durch die bloße Regeldetri gefunden werden. Indeſſen giebt ihm doch dieſe Methode aus vielen Beobachtungen im Durchſchnitte den Werth ſeines $m = 4,6864$ Fuß, oder 0,781 Toiſen bey der Temperatur von $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumür.

Auch ändert Herr Roſenthal die Verbeſſerung wegen der Wärme der Luft. Lambert hatte nämlich in ſeiner Pyrometrie die Ausdehnung der Luft vom Eis- bis zum Siedpunkte $\frac{370}{1000}$ des ganzen Volumens befunden. Da aber de Lüc an ſeiner Skale 372 Grade zwiſchen beyden feſten Punkten geſetzt hat, ſo glaubt Herr Roſenthal beyde mit einander vereinigen zu können, ſetzt aber der leichtern Rechnung wegen 1000 an den Punkt der Normaltemperatur, bey welchem Lambert 1077 hat. Daher muß an den Eispunkt 928 und an den Siedpunkt 1272 kommen. Zeigt nun das Thermometer an der untern Station z. B. 1114, an der obern 1096, ſo iſt bloß die mittlere Wärme 1105 mit der gefundenen Höhe zu multipliciren, und das Produkt durch 1000 zu dividiren, weil ſich hiebey die ganze Luftſäule, in Vergleichung mit der Größe der Normaltemperatur, im Verhältniſſe 1000 : 1105 verändert hat.

Auch giebt Roſenthal noch eine Abänderung der logarithmiſchen Formel an. Wenn ein Heberbarometer unten im längern Schenkel a, im kürzern b, oben auf dem Berge in dem längern α und im kürzern β zeige, und die Normallänge ſey $= \lambda$, ſo iſt der berichtigte

tigte Barometerſtand unten $= \frac{a - b}{a + b} . \lambda$, oben $\frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta} . \lambda$; mithin die Differenz ihrer Logarithmen $l. \frac{a - b}{a + b} . \lambda - l. \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta} . \lambda$, welche nun noch mit 1000 multiplicirt, und wegen der Wärme der Luft berichtigt werden muß, um die wahre Höhe zu finden. Nach dieſer Regel hat man 1. das eine Thermometer nicht nöthig, welches de Lüc am Brete des Barometers angebracht hat; 2. bringt ſie die Queckſilberhöhen auf die Normaltemperatur ſelbſt, da de Lüc ſie nur auf 10° nach Reaumür bringt, und folglich wärmere Luft mit kälterem Queckſilber vergleicht. Wäre es überdem möglich, vollkommen gleich weite Barometerröhren zu erhalten, und nichts von dem Queckſilber aus der Röhre zu verlieren, ſo würde dieß eine weſentliche Verbeſſerung der de Lüc'ſchen Methode ſeyn, ob man gleich dabey mehr zu rechnen und 4 Logarithmen zu ſuchen hat.

Herr Kramp [z]) ward durch Bouguer's, Lambert's und de Lüc's Schriften auf einige Ideen geführt, welche ihm dienten, verſchiedenes zu den Höhenmeſſungen gehörige deutlicher zu beſtimmen. Herr Kramp, welcher ſeiner Theorie gemäß bloß auf hyperboliſche Logarithmen ſieht, findet

$$x = \gamma\,(\text{log. nat. } \alpha - \text{log. nat. } y),$$

wo γ die Subtangente der logarithmiſchen Linie bedeutet, die jederzeit der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft proportional iſt. Es ändert ſich folglich dieſe Subtangente durch die Wärme, weil dieſe eine Aenderung in

z) Geſchichte der Aeroſtatik. Straßburg 1784. Th. I. Abſchn. 5, 6, 7 und Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik. Frankf. u. Leipz. 1786. 8.

in der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft hervorbringt. So iſt z. B. bey de Lüc γ nur alsdann 4342, oder nach Kramp genauer 4342,704 Toiſen, wenn die Temperatur $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumür iſt, und ändert ſich für jeden Grad Wärme um $\frac{1}{215}$. Daher iſt dieſe Größe für ϱ Reaumür'ſche Thermometergrade mit $1 + \frac{\varrho - 16{,}75}{215}$, oder mit $\frac{18440 + 93\varrho}{20000}$ zu multipliciren. Geſetzt alſo, γ und x ſeyen zwey Grade der ſpecifiſchen Elaſticität der Luft, und die dazu gehörigen Grade der Wärme nach Reaumür ϱ und R, ſo wird $\gamma : x = \frac{198\frac{1}{4} + \varrho}{215} : \frac{198\frac{1}{4} + R}{215}$ $= 198\frac{1}{4} + \varrho : 198\frac{1}{4} + R$. So verhalten ſich z. B. die ſpecifiſchen Elaſticitäten der Luft für den Eis- und Siedpunkt nach Reaumür wie $198\frac{1}{4} : 278\frac{1}{4}$ d. i. beynahe wie $5 : 7$.

Nach Herrn de Lüc verändern ſich die Höhen bey jedem Grade Aenderung der Wärme gleich viel, welches aber in aller Schärfe nicht richtig iſt. Daher findet Kramp in der Theorie noch zwey weſentliche Abänderungen. Zuerſt nimmt er nicht, wie de Lüc, zur Normaltemperatur $16\frac{3}{4}$, ſondern nur 10 Grad nach Reaum. an, und ſetzt die ſpecifiſche Elaſticität der Luft bey dieſem Grade $= 1$. Auf dieſe Weiſe iſt dieſelbe für jeden andern Grad R, $= \frac{198\frac{1}{4} + R}{208\frac{1}{4}}$. Ferner vergleicht er Herrn de Lüc's Angaben mit der Aenderung der aſtronomiſchen Strahlenbrechung, welche nach Mayer um $\frac{1}{22}$ wächſt, ſo oft das Reaumür'ſche Thermometer bey unveränderlichem Barometerſtande 10 Grad herabfällt;

dieß beträgt alſo für Einen Grad $\frac{1}{220}$, und findet eigentlich bey der Temperatur 10 Grad nach Reaum. ſtatt. Da nun bey unverändertem Barometerſtande die ſpecifiſche Elaſticität im verkehrten Verhältniſſe der Dichtigkeiten oder der Strahlenbrechung iſt, ſo wird jene für ϱ Grad Wärme mit $1 + \frac{\varrho - 10}{200}$ oder mit $\frac{210 + \varrho}{220}$ zu multipliciren ſeyn, und ſich daher wie $210 + \varrho$ oder wie $1 + \frac{\varrho}{210}$ verhalten. Nach Herrn Kramp ſcheint dieſe Beſtimmung richtiger zu ſeyn, als die des Herrn de Lüc, welcher $1 + \frac{\varrho}{198\frac{1}{4}}$ ſetzt.

Hiernach wird ſich alſo die Subtangente, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad nach Reaumür 4342,704 war, und dem Bruche $1 + \frac{\varrho}{210}$ proportional bleibt, für 10 Grade in dem Verhältniſſe $226\frac{3}{4} : 220$ vermindern, folglich 4213,440 Toiſen gleich werden, und der 220. Theil davon, oder 19,152 Toiſen, wird die Veränderung für jeden Grad des Thermometers ſeyn. Darnach hat Herr Kramp eine Tafel berechnet, worin die Elaſticität und Subtangente für jeden Grad des Thermometers angezeigt ſind. Dieſe Tafel giebt alſo die Subtangente für jede mittlere Wärme, und dieß mit dem Unterſchied der hyperboliſchen Logarithmen multiplicirt zeigt ſogleich die wahre Höhe x. Auch erhält man ſogleich, wie viel mal die Luft leichter als das Queckſilber iſt, wenn man die Subtangente durch die Barometerhöhe dividirt.

In=

Indeſſen hatte Herr Hofrath Mayer in einem Programm: De refractionibus aſtronomicis. Altorf. 1781. vorläufig eine Theorie der Wärmemeſſung angegeben, und daſelbſt eine Formel für das Höhenmeſſen gezeigt, wenn man für das Geſetz der von unten nach oben abnehmenden Wärme eine gewiſſe Hypotheſe gebrauchen will. Dieſe Formel hatte er aber daſelbſt nicht näher entwickelt, und dadurch anwendbarer gemacht. Inzwiſchen hatte die königliche Societät zu Göttingen über dieſen Gegenſtand eine Preisaufgabe für das Jahr 1785. vorgelegt. Dieß bewog dem Herrn Hofr. Mayer, ſeine vorigen Gedanken etwas umſtändlicher aus einander zu ſetzen, und ſeine Reſultate in einer beſondern Schrift [a]) darzuſtellen. Seine Unterſuchungen betrafen nun vorzüglich folgende Gegenſtände: 1. was iſt die Wärme überhaupt, und wie wird ſie gemeſſen? 2. Nach welchem Geſetze verändert ſich die Dichtigkeit der Luft? 3. Wie nimmt die Wärme in der Atmoſphäre von unten nach oben zu ab? 4. Was hat ſie für Einfluß auf das Queckſilber im Barometer, oder wie viel beträgt für jede gegebene Wärme die Verlängerung der Queckſilberſäule in einem Barometer? Seiner Theorie zu Folge ſchien das allgemeine Geſetz hervorzugehen, daß ſich die Differenzen der Räume, in welche ſich ein Körper ausdehnt, wie die Differenzen der Temperaturen verhalten. Daraus hat Herr Mayer eine Differenzialformel hergeleitet, welche beweißt, daß die Aenderung der Elaſticität, welche bloß von der Wärme her=

a) Phyſik. mathem. Abhandlung über das Ausmeſſen der Wärme in Rückſicht und mit Anwendung auf das Höhenmeſſen mittelſt des Barometers. Frankf. und Leipz. 1786. 8.

herrührt, der Aenderung der Wärme ſelbſt proportional ſey. Dieß wendet er nach vorhergegangenen Verſuchen über die Ausdehnungen der Luft auf die barometriſche Höhenmeſſung an, und zeigt, wie de Lüc's Verbeſſerung um $\frac{1}{215}$ für jeden Grad nach Reaum. aus den Verſuchen und der Differenzialformel folge. Daher behauptet Herr Mayer, de Lüc's Angabe von $\frac{1}{215}$ ſey in allen Fällen ſo hinreichend, daß keine Verbeſſerung nöthig ſey.

Chriſt. Heinr. Damen [b]) hat ſich mit dieſem Gegenſtande ebenfalls beſchäftigt, und die Verbeſſerung wegen der Wärme nach Herrn de Lüc's Vorſchriften auf eine bequeme analytiſche Formel zu bringen geſucht. Man ſetze nämlich zwey Säulen, die eine mit Queckſilber, und die andere mit Luft gefüllt, welche mit einander im Gleichgewicht ſind. Die Höhe der erſtern ſetze man $= y$, die der andern $= x$, und die Queckſilberſäule falle um die kleine Höhe dy. Wenn nun die Dichtigkeit der Luft an derjenigen Stelle, wo die Entfernung von der Oberfläche der Erde $= x$, und die Barometerhöhe $= y$ iſt, mit δ bezeichnet wird, und die Dichtigkeit des Queckſilbers wird $= 1$ geſetzt, ſo daß δ das Verhältniß zwiſchen den Dichtigkeiten der Luft und des Queckſilbers ausdrückt, ſo wird δdx dem Gewicht des Elements der Luftſäule gleich ſeyn. Dieſem Gewichte iſt aber das Gewicht einer Queckſilberſäule gleich, deren Höhe dy iſt; demnach erhält man folgende Differenzialgleichung $-dy = \delta dx$; dy muß hier negativ werden, weil y abnimmt, während x wächſt. Aber die Dichtigkeit der Luft δ iſt der Höhe des Barometers proportional; ſetzt man demnach

b) Diſſ. phyſica et mathem. de montium altitudine barometro metienda. Hagae Com. 1783. 8.

nach y ſtatt δ, ſo wird $-dy = ydx$, und $-\frac{dy}{y} = dx$, folglich $\log. y = x + const.$ Um die conſt. zu beſtimmen, iſt zu bemerken, daß an der Stelle, wo die Höhe über der Erdfläche α iſt, die Höhe des Barometers, welche β heißen mag, durch Beobachtung beſtimmt werden kann. Wenn daher $x = \alpha$ iſt, ſo wird $y = \beta$, und $-\log. \beta = \alpha + const.$ mithin $const. = -\log. \beta - \alpha$; folglich erhält man $-\log. y = x - \alpha - \log. \beta$, oder $\log. \beta - \log. y = x - \alpha$ und $\log. \frac{\beta}{y} = x - \alpha$. In dieſer Formel iſt α die Entfernung des Orts von der Oberfläche der Erde, wo β die Höhe des Barometers iſt, und y iſt die Höhe des Barometers an derjenigen Stelle, welche über der Oberfläche der Erde auf x erhaben iſt. Hat man demnach durch Beobachtungen α, β und y beſtimmt, ſo findet man x, oder die Höhe über der Oberfläche der Erde. Wäre $\alpha = 0$, d. h. wenn die Höhe der Queckſilberſäule β an der Meeresfläche genommen wird, ſo wird $\log. \frac{\beta}{y} = x$.

Durch die Gleichung $-\frac{dy}{y} = dx$ wird die Natur der logarithmiſchen Linie ausgedruckt, deren Subtangente $= 1$, die Abſciſſe x und die dazu gehörige Applikate y iſt. Da nun bey dieſer Curve die Abſciſſen eine arithmetiſche, und die dazu gehörigen Applikaten eine geometriſche Progreſſion ausmachen, ſo folgt, daß die Barometerhöhen, und die ihnen proportionalen Dichtigkeiten der Luft in einer geometriſchen Progreſſion ſich befinden, ſo oft die Entfernungen

gen von der Oberfläche der Erde in arithmetiſcher Progreſſion ſind.

Wäre für die Höhe X die Barometerhöhe Y, ſo iſt ebenfalls $\log. \frac{\beta}{Y} = X - \alpha$, und es ergiebt ſich folgende Proportion: $\log. \beta - \log. Y : \log. \beta - \log. y = X - \alpha : x - \alpha$ d. h. die Differenzen der Entfernungen der Stellen in der Atmoſphäre von einander ſind mit den Barometerhöhen in gleichem Verhältniſſe.

Man würde durch die Gleichung $\log. \frac{\beta}{y} = x$ die Höhe x genau finden können, wenn die Dichtigkeit der Luft in verſchiedenen Theilen der Atmoſphäre von keiner andern Urſache, als von dem Druck der homogenen Luftſäule abhienge. Da dieß aber nicht ſtatt findet, ſo unterſuchte Damen dieſen Gegenſtand genauer, und fand, daß die logarithmiſche Größe noch mit einem Coefficienten λ multiplicirt werden müſſe, ſo daß $\lambda . \log. \frac{\beta}{y} = x - \alpha$ iſt, woraus $\lambda = \frac{x - \alpha}{\log. \frac{\beta}{y}}$ gefunden wird.

In der größten Allgemeinheit handelt Herr Hennert in ſeiner 1785. gekrönten Preisſchrift die Theorie der Höhenmeſſung mit dem Barometer ab. Wenn ſich nämlich die Dichtigkeiten zweyer Luftmaſſen wie D : d, die Wärmen, d. h. Luftſäulen, welche bey einer gewiſſen Dichtigkeit und bey den ſtatt findenden Temperaturen von ihnen getragen werden können, wie C : γ, die Queckſilberſäulen, welche ſie tragen, wie α : y verhalten, ſo zeigt er, daß $\frac{\alpha}{DC} = \frac{y}{\delta\gamma} = A$

eine

eine beſtändige Größe ſey. Nach den gewöhnlichen Schlüſſen folgt nun die Formel $\delta dx = - dy$, oder $\frac{ydx}{\gamma} = - Ady$, woraus man nach gehörigem Integriren $\delta . \frac{dx}{\gamma} = A \log. nat. \frac{\alpha}{y}$ erhält.

Die Verbeſſerung wegen der Wärme des Queckſilbers richtet er ſo ein, daß ſie nach einer von ihm mitgetheilten Tafel nur aus dem untern Barometerſtande α vorgenommen werden darf, den er alsdann α corr. nennt. Will man ſtatt der hyperboliſchen Logarithmen Briggiſche gebrauchen, ſo darf man nur A mit 2,30258 .... multipliciren, wodurch es ſich in B verwandelt. Um nun noch $\frac{dx}{\gamma}$ zu integriren, nimmt er $\gamma = C\left(1 + \frac{\varepsilon x}{\alpha}\right)$ an, und findet mit Weglaſſung kleiner Größen

$$x = \frac{2C\gamma}{C + \gamma} . B \log. \frac{\alpha . corr.}{y},$$

wo C und γ aus mitgetheilten Tabellen durch die Grade des Fahrenheit'ſchen Thermometers an beyden Standpunkten gegeben ſind. Auch zeigt Herr Hennert, daß dieſe ſeine Regel mit den meiſten Erfahrungen übereinſtimme.

Herr Gerſtner c) in Prag hat die Meſſungen des Herrn de Lüc ebenfalls geprüft, und gefunden, daß der Wärmegrad, für welchen die Differenz der Logas

c) Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmeſſungen in den Beobachtungen auf Reiſen nach dem Rieſengebirge; herausg. von Jraſek, Haenke, Gruber und Gerſtner. Dresden 1791. 4.

garithmen der Barometerhöhen, als ganze Zahlen betrachtet, die Höhe unmittelbar in Tauſendtheilen der Toiſe giebt, oder für welche die Pariſer Toiſe $x = 10000 (\log. \alpha - \log. y)$ iſt, nicht allenthalben auf + $16\frac{3}{4}$ Grad des Queckſilberthermometers von 80 Graden geſetzt werden könne, ſondern bey größern Höhen kleiner als nahe an der Erdfläche angenommen werden müſſe. Die Beobachtungen, welche er auf dem Rieſengebirge anſtellte, bewieſen, daß dieſer Wärmegrad, wenn x nahe an 40 Toiſen kömmt, auf 18, hingegen wenn x ſich der Größe von 500 Toiſen nähert, auf 12 Grad zu ſetzen ſey, und daß für Höhen, welche zwiſchen 40 und 500 Toiſen liegen, ein verhältnißmäßiger Werth zwiſchen 18 und 12 ſtatt finde. Bedeutet nun der gehörige Grad der Normaltemperatur $= \beta$, und ſetzt man dieß für $16\frac{3}{4}$, ſo verwandelt ſich die von de Lüc angegebene Formel in

$$x = 10000\left(1 + \frac{\varrho}{215} - \frac{\beta}{215}\right)(\log. \alpha - \log. y)$$

$$= 10000\left(\frac{215 + \varrho - \beta}{215}\right)(\log. \alpha - \log. y),$$

mithin der Coefficient $\gamma e = 10000\left(\frac{215 + \varrho - \beta}{215}\right)$.

Wenn man nun allemal den Wärmegrad β für jeden Fall richtig beſtimmen könnte, ſo würde dieſe Formel in Anſehung der Richtigkeit alle bisher bekannten übertreffen. Allein Herr Gerſtner bemerkt ganz richtig, daß hier Umſtände in Betrachtung zu ziehen ſind, von welchen der Werth von β abhängt, und welche ſo leicht nicht ergründet werden können, indem nämlich der Zuſtand der Luft an einem und demſelben Orte zu veränderlich iſt. Um dieſen genau aufzudecken, müßten bey jeder Beobachtung außer dem

Ther=

Thermometer vielleicht noch viele andere Werkzeuge, als das Hygrometer, Eudiometer, Luftelektrometer u. a. m. zu Rathe gezogen, und ihre Angaben mit in die Formel gebracht werden. Allein dieß ſey mit Schwierigkeiten verknüpft, indem man ſich erſt vollkommen verſichern müſſe, daß eines von dieſen Werkzeugen ſicher gebraucht werden könne. Er ſchlägt daher vor, die Dichtigkeit der Luft an beyden Enden der auszumeſſenden Höhe lieber durch Abwägung mit ſeiner angegebenen Luftwage zu beſtimmen. Da es nämlich bey den barometriſchen Höhenmeſſungen vorzüglich auf die ſpecifiſchen Gewichte der Luft und des Queckſilbers, oder auf das Verhältniß $\mu : 1$ ankommt, welches bey einer ſolchen Abwägung für beyde Enden der zu beſtimmenden Höhe durch Beobachtung unmittelbar gefunden wird, ſo kann man dabey das Thermometer und alle übrige Werkzeuge entbehren.

Man nehme alſo an, die Barometerhöhe bey ſ (fig. 67.) im Horizonte ſey $= \alpha$, das durch die Luftwage gefundene Gewicht eines Cubikzolls Luft $= l$, das Gewicht eines Cubikzolls von demjenigen Queckſilber, welches das Barometer enthält, $= q$, ſo iſt die Dichtigkeit der Luft daſelbſt $\mu = \frac{l}{q}$; ferner ſey bey h die Barometerhöhe $= \varphi$, das Gewicht eines Cubikzolls Luft $= \lambda$, und die Dichtigkeit deſſelben $= \nu = \frac{\lambda}{q}$. Nun müßte man zur Beſtimmung der Höhe ſh eigentlich noch das Geſetz wiſſen, wonach ſich die Dichtigkeit der Luft von ſ bis h ändert. Da aber dieſes aus den Erfahrungen nicht bekannt iſt, ſo muß man zu Hypotheſen ſeine Zuflucht nehmen. Zuerſt ſetze man, dieſe Aenderung erfolge gleichförmig,

d. h.

d. h. daß in jedem Zwiſchenpunkte k die Dichtigkeit von ſ aus gerade um ſo viel abgenommen habe, als mit der Höhe ſk gerade im Verhältniſſe ſteht, ſo wie die meiſten Phyſiker die Wärme von unten nach oben zu abnehmen laſſen. In dieſem Falle kann man alſo die Dichtigkeit der Luft im Durchſchnitte gleichförmig, oder die Dichtigkeit der ganzen Luftſäule ſh durchaus $= \frac{1}{2}(\mu + \nu)$ annehmen, und man findet die Höhe

$$\odot)\ \text{ſh} = \frac{\alpha - \varphi}{\frac{1}{2}(\mu + \nu)} \text{ oder } \frac{\alpha - \varphi}{\frac{1}{2}(1 - \lambda)} \cdot q$$

So fand Herr Gerſtner die Höhe der Schneekoppe über Marſchendorf aus den Beobachtungen des Barometers und der Luftwage 544,4 Klaſtern, welche die geometriſche Meſſung auf 545 Klaſtern gab, wobey alſo nach dieſer die Höhe nur um 0,6 Klaſtern oder $3\frac{3}{5}$ Fuß größer gefunden wurde. Uebrigens zeigen Herrn Gerſtner's Beobachtungen, daß dieſe Vorausſetzungen bey geringen Höhen, welche z. B. nicht über 350 Klaſtern betragen, ſehr genau zutreffen, und daß ſelbſt bis auf 600 Klaftern der Fehler nicht beträchtlich iſt.

Will man hingegen bey größern Höhen die Unterſchiede der Dichtigkeiten der Luft den Unterſchieden der Barometerhöhen proportional ſetzen, ſo bedeute die Barometerhöhe in k = y, und ſk = x, und es wird nach dieſer Vorausſetzung $\alpha - \varphi : x - y = \mu - \nu : \mu -$ Dichtigkeit in k ſeyn müſſen, woraus die Dichtigkeit in k $= \mu - (\mu - \nu)\left(\frac{\alpha - y}{\alpha - \varphi}\right)$ gefunden wird. Setzt man nun eine unendlich kleine Höhe über k = dx, ſo iſt das Gewicht der Luftſäule von der Höhe dx

$$\mu dx - (\mu - \nu)\frac{\alpha - y}{\alpha - \varphi} dx = - dy.$$

Wird

Wird nun die Differenzialgleichung gehörig geordnet, und ſo integrirt, daß x für $y = \alpha$ verſchwindet, ſo ergiebt ſich

$$x = \frac{\alpha - \varphi}{\mu - \nu} \log. \text{nat.} \frac{\mu(\alpha - \varphi)}{\mu(y - \varphi) + \nu(\alpha - y)}$$

und für $y = \varphi$, wobey ſich x in ſh (fig. 6.) verwandelt

$$\text{D)} \quad ſh = \frac{\alpha - \varphi}{\mu - \nu} . \log. \text{nat.} \frac{\mu}{\nu}.$$

Wenn μ und ν nicht ſehr von einander abweichen, ſo kann man alsdann auch ſetzen

$$\log. \text{nat.} \frac{\mu}{\nu} = 2 \frac{\mu - \nu}{\mu + \nu}$$

dadurch verwandelt ſich alsdann die Formel D) mit gehöriger Subſtitution in die ☉), und daraus iſt klar, daß man bey geringen Höhen die ſehr einfache Formel ☉) ſicher gebrauchen könne.

Auch hat la Place in ſeiner Darſtellung des Weltſyſtems einiges über die Höhenmeſſung mittelſt des Barometers beygebracht. Er ſagt: wäre die Wärme der Atmoſphäre zu jeder Zeit und in ihrer ganzen Ausdehnung der des ſchmelzenden Eiſes gleich, ſo würde daraus folgen, daß man durch die Multiplikation des Logarithmen der Tafeln von dem Verhältniſſe der auf zwey beliebigen Stationen beobachteten Barometerhöhen mit 55326 Fuß, die Höhe der einen dieſer Stationen über die der andern erhielte. Aber dieſe Höhe erfordert eine Berichtigung wegen des Irrthums der Vorausſetzung einer gleichförmigen Dichtigkeit und einer dem Nullpunkte gleichen Temperatur. Man ſieht leicht ein, daß, wenn die mittlere Temperatur der zwiſchen zwey Stationen enthaltenen Luftſchicht größer als Null iſt, ihre Dichtigkeit kleiner

wird, und man ſich noch höher erheben muß, um das Barometer um eben ſo viel fallen zu machen. Man muß daher den Multiplikator (55326 Fuß) um $\frac{1}{250}$ deſſelben ſo vielmal genommen vermehren, als man Grade dieſer mittleren Temperatur hat. Zu dem Ende beobachtet man auf beyden Stationen die Grade des Thermometers, multiplicirt ihre Summe mit 110,65 Fuß und addirt das Produkt zu 55326 Fuß. Noch muß man bey den Barometerhöhen eine kleine Berichtigung wegen des Unterſchieds der Temperatur der beyden Stationen anbringen. Die Dichtigkeit des Queckſilbers iſt nicht an beyden Stationen einerley; nun beträgt ſeine Ausdehnung für eine Zunahme ſeiner Temperatur um Einen Grad $\frac{1}{5412}$ ſeines Volumens; daher muß man die Barometerhöhe an der kältern Station um $\frac{1}{5412}$ derſelben ſo vielmal genommen vermehren, als der Unterſchied der Temperatur beyder Stationen Grade hat. Vermittelſt dieſer Regel erhält man ſehr nahe den Unterſchied ihrer Höhen, wenn ſie nicht viel von einerley Vertikallinie abweichen.

In ſeinem vortrefflichen neueſten Werke Mécanique céleſte (T. I.) hat Herr la Place aus der Betrachtung, daß die Schwere auf der Erdfläche mit der geographiſchen Breite zunehme, eine Verbeſſerung bey genauer Berechnung der Berghöhen aus barometriſchen Beobachtungen herzuleiten geſucht, welche nie vernachläſſigt werden dürfe. Herr Rohde [d]) prüfte Herrn la Place's gefundene Grundgleichung, und fand, daß ſie eine ſolche Correction nicht liefere, indem

d) Ueber Laplace's neue Verbeſſerung der aus barometriſchen Beobachtungen berechneten Berghöhen. Halle 1803. 4.

indem ſie in beträchtlichen Höhen über der Meeres‑fläche allemal negativ ſeyn würde, da ſie doch noth‑wendig poſitiv ſeyn muß. Er zeigt, daß man bey Beſtimmung einer Regel zur Verbeſſerung der be‑rechneten Barometerhöhen aus barometriſchen Beob‑achtungen nicht allein auf die Betrachtung: daß die Schwere mit der geographiſchen Breite zunehme, ſondern auch: daß ſie in merklichen Höhen abnehme, ſehen müſſe. Setzt man den Winkel, welchen die Erd‑axe mit einem Radiusvektor macht, $= \Theta$, ſo findet Herr Rohde die Verbeſſerung $x = \Theta \left(\log. \beta - \log. \beta' - \frac{t - t'}{10000}\right)\left(1 + \frac{\Theta}{a} (2{,}8943 + \frac{t + t'}{10000} - \log. \beta - \log. \beta')\right)$ in welcher For‑mel die Logarithmen Briggiſch und β, β' die beob‑achteten Barometerhöhen in Pariſer Zollen ſind. Die Werthe von Θ hat Herr Rohde für jede Temperatur $\left(\frac{t + t'}{2}\right)$ in Pariſer Fußen nach de Lüc, Lapla‑ce und Trembley in eine Tabelle gebracht; t' und β' endlich beziehen ſich auf die obere Station, und a iſt der Halbmeſſer der Erde.

Endlich hat Herr Brandes [e]) einen Fehler ſelbſt bey Herrn Rohde's Unterſuchungen entdeckt, und gezeigt, daß Hrn. Laplace's Fehler von ſo gro‑ßer Erheblichkeit nicht iſt. Uebrigens giebt er eine eigene Formel der Verbeſſerung an, welche die richti‑ge ſeyn ſoll.

Die

e) Voigt's Magazin. B. VI.

Die Erdkugel, als Planet betrachtet.

Ueber die Einwirkung der Sonnenwärme auf die verſchiedenen Erdſtriche hatte beſonders der berühmte Göttingiſche Aſtronom Mayer Unterſuchungen angeſtellt, und eine allgemeine Theorie für die mittlere Wärme der Oerter herzuleiten geſucht (Th. IV. S. 435. ff.). Lichtenberg hat zu den Mayerſchen Abhandlungen bemerkt, daß die nach ſeinen Tafeln berechneten mittleren Wärmen mit den beobachteten, welche der P. Cotte [f]) mittheilt, ſehr wohl übereinſtimmten, ſo weit ſie den Raum der Erdfläche betreffen, der zwiſchen den Parallelen von Stockholm und dem Cap der guten Hoffnung, und zwiſchen den Meridianen von Stockholm und Mexico eingeſchloſſen iſt.

Herr Kirwan [g]) hat den von Mayer gethanen Vorſchlag weiter zu verfolgen geſucht, und deßwegen vorzüglich eine Gegend gewählt, wo die Localurſachen, die ſo großen Einfluß auf das Klima haben, größten Theils wegfallen. Dieſe glaubt er im atlantiſchen Meere zwiſchen 80° nördlicher und 45° ſüdlicher Breite zu finden. Von dieſem großen Theile der Erdfläche theilt er über die mittlere Wärme eine Tafel mit, welche ſich von der Mayer'ſchen nur darin unterſcheidet, daß die Berechnung nach Fahrenheitſchen Graden angeſtellt, und die mittlere Wärme unter den Polen nicht auf den Froſtpunkt, ſondern auf 31 Grad nach Fahrenheit geſetzt iſt.

In Anſehung der jährlichen Abwechſelung nimmt er den April für denjenigen Monat an, deſſen mittlere

f) Traité de méteorologie. Paris 1774. 4.

g) An eſtimate of the temperature of different latitudes. Lond. 1787. 8. Kirwan's Angabe der Temperatur von den verſchied. Breiten u. ſ. f. a. d. Engl. von Crell Berlin 1788. 8.

lere Wärme mit der in der Tafel angegebenen am nächſten übereinkommt, berechnet hieraus die Wärme für die Monate May, Junius, Julius und Auguſt nach dem Verhältniſſe des Sinus der Sonnenhöhe; für die übrigen Monate hingegen nimmt er wegen des Einfluſſes der Grundwärme die wahre Wärme für das arithmetiſche Mittel zwiſchen der berechneten und der mittleren an. Nach ſeiner Verſicherung hat dieſe Beſtimmung die beſten übereinſtimmenden Reſultate mit den Beobachtungen gegeben. Hierüber giebt er eine Tabelle für alle Grade der Breite und alle Monate des Jahres an, die aber ſchon ſehr weit von der Mayer'ſchen abweicht. In Anſehung der täglichen Veränderung ſetzt er die größte Kälte $\frac{1}{2}$ Stunde vor Sonnenaufgang; die größte Wärme zwiſchen 60° und 45° Breite um $2\frac{1}{2}$ Uhr, zwiſchen 45° und 35° um 2 Uhr, zwiſchen 35° und 25° um $1\frac{1}{2}$ Uhr, zwiſchen 25° und dem Aequator um 1 Uhr Nachmittags.

Dieſe regelmäßige Temperatur leidet aber eine ſehr große Abänderung durch Localumſtände, z. B. durch Höhe, Entfernung vom Meere, Berge, Wälder und dergl. Wegen der Höhe iſt die mittlere Wärme auf jede 200 engliſche Meilen um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad zu vermindern, um $\frac{1}{4}$ nämlich, wenn ſie ſich in einer Weite von einer engliſchen Meile nur um 6 Fuß, um $\frac{1}{2}$, wenn ſie ſich um 15 Fuß und darüber erhebt. Im Sommer iſt gewöhnlich das feſte Land 8 bis 10 Grad wärmer, und im Winter eben ſo viel kälter, als das Meer. Dieß hebt ſich zwar in Rückſicht der mittleren Wärme das ganze Jahr hindurch auf; doch aber bleibt eine Ungleichheit übrig, weßwegen für 50 Meilen Abſtand vom Meere unter der Breite

von 70 Graden $\frac{1}{3}$ Grad abzuziehen, bey 10° hingegen 1 Grad hinzuzuſetzen iſt, da bey 30° die mittlere Wärme unverändert bleibt u. ſ. w.

Dieſe Regeln werden nun auf die Temperaturen einzelner Länder und Oerter angewendet, und mit den Beobachtungen verglichen. Folgende Sätze enthalten die Reſultate hievon:

1. Der kälteſte Monat iſt der Januar, in den Breiten über 48° hinaus, der wärmſte der Julius, In geringern Breiten der Auguſt.

2. Die Monate December und Januar, und Junius und Julius ſind wenig von einander verſchieden. Ueber 30° Breite ſind die Abweichungen der Monate Auguſt, September, October und November beträchtlicher, als Februar, März, April und May. In geringern Breiten ſind die Unterſchiede ſo groß nicht. Die Wärme im April iſt der mittleren Wärme am nächſten. Folglich erreichen die Wirkungen ihr Maximum nicht eher, als bis die Urſachen ſchon anfangen abzunehmen, und ſie nehmen nach dieſem Maximum ſchneller ab, als ſie vor demſelben zunahmen.

3. Auf 20° vom Aequator ſind die Unterſchiede zwiſchen den wärmſten und kälteſten Monaten gering; ſie werden aber größer, je weiter man ſich vom Aequator entfernt.

4. In den größten Breiten, beſonders um 59° und 60°, findet man die Sonnenwärme auf 75 bis 80 Grade, und im Julius iſt es oft wärmer, als unter der Breite von 51°.

5. Jede bewohnbare Breite hat wenigſtens zwey Monate lang eine Wärme von 60 Graden, welche zum Rei-

Reifen des Getreides nothwendig iſt. In den Nordländern reifen die Früchte wegen der langen Tage in kurzer Zeit, und wegen des thauenden Eiſes iſt nicht viel Regen nothwendig.

6. Die Menge von Seen und Gebirgen, deren Lage unregelmäßig und zufällig zu ſeyn ſcheint, hat doch ſehr wohlthätige Folgen. Sie mäßigen die Kälte in den größern, und die Hitze in den geringern Breiten. Ohne die Alpen, Pyrenäen, Apenninen u. ſ. würden Italien, Frankreich und Spanien kein ſo warmes Klima haben.

Was des Herrn von Mairan's Theorie betrifft (Th. IV. S. 437. u. ſ.), ſo bemerkt de la Metherie[h]), daß alle Angaben derſelben von der Stärke der Wirkungen der Sonnenſtrahlen ſich auf unwiderſprechliche Grundſätze ſtützten. Indeſſen könne man doch nicht läugnen, daß die Erfahrung den Folgerungen des Hrn. Mairan zuwider ſey, und ſie könnte nur für zwey abgeſonderte Tage, wovon der eine zur Zeit der Winterſonnenwende und der andere zur Zeit der Sommerſonnenwende falle, mit denſelben übereinſtimmen; er beweiſe keinesweges, daß die Sonnenwärme beym Anfange des Winters nur $\frac{1}{500}$, und beym Anfange des Sommers nur $\frac{1}{29}$ der Centralwärme ſey. In ſeiner erſten Abhandlung habe er ſehr gut bemerkt, daß bey der Sonnenwärme eine beträchtliche Beſchleunigung ſtatt finde, die von ſehr großer Wirkung ſey; der größte Grad der Wärme am Tage habe nicht zur Mittagszeit, ſondern 2 oder 3 Stunden nach derſelben ſtatt; die wärmſten Sommertage ſeyen nicht zur Zeit der Sonnenwende, ſondern ungefähr 40 Tage nach

h) Theorie der Erde. Th. I. S. 146. ff.

nach dieſer Periode; im Verhältniſſe wie die Sonne ſich dieſem Zeitpunkte nähere und ſich von demſelben entferne, finde an jedem Tage eine geringe Beſchleunigung der Wärme ſtatt, und dieſe Beſchleunigungen zuſammen gäben dann die großen Grade der Wärme, die wir beobachteten. Herr Mairan habe dieſe Beſchleunigung in Rechnung zu bringen vergeſſen.

Obſchon das Sonnenlicht an ſehr erhabenen Orten keinen gewiſſen Grad von Wärme zu haben und überhaupt vielleicht gar keine wirkliche Wärme zu beſitzen ſcheine, ſo ſey es doch gewiß, daß es, wenn es an der Oberfläche der Erde angelangt ſey, die daſelbſt befindlichen Körper und die Luft, die dieſelben umgebe, erwärme. Allein dieſe Luft und dieſe Körper würden wieder erkalten, ſobald als die Urſache ihrer Wärme wirkſam zu ſeyn aufgehört habe, d. h. ſobald die Sonne verſchwunden ſey. Wenn alſo die Sonne lange verweile, ehe ſie wieder an unſerm Horizonte zum Vorſchein komme, ſo werde ſich bey ihrer Rückkehr alle Wärme, die ſie auf der Erde hervorgebracht habe, zerſtreuet haben; wenn ſie aber nur eine kurze Zeit abweſend ſey, ſo werde bey ihrer Rückkehr ein Theil der durch ſie hervorgebrachten Wärme noch übrig ſeyn, und dieſer Umſtand werde eine Beſchleunigung der Wärme nach ſich ziehen. In den langen Tagen von 16 Stunden, bey unſerer Breite, ſey die Sonne nur 8 Stunden lang abweſend; ihre Wärme habe, ehe ſie wieder zurückkehre, nicht Zeit genug, um ſich zerſtreuen zu können; aber im Winter verhalte ſich die Sache anders; denn in dieſer Jahrszeit, wenn die Nächte 16 Stunden lang ſind, ſey die Wärme faſt ganz zerſtreuet, und daher komme es, daß man die Kälte vor Aufgang der Sonne ſehr lebhaft fühle.

Im

Im heißen Erdſtriche, wenn die Nächte 12 Stunden lang ſind, habe die Wärme nicht hinlänglich Zeit, ſich in dieſem Zwiſchenraume zu zerſtreuen, es ſey daher noch eine anſehnliche Menge derſelben bey der Rückkehr der Sonne gegenwärtig; indeſſen mangele es doch in dieſen Gegenden nicht an Urſachen, zu welchen der häufige Thau, der in dieſen heißen Ländern falle, und der ſüße Saft, den die Pflanzen ausſchwitzten, gehörten, welche die Wärme mehr und mehr verminderten und die Nächte ſehr kühl machten. Die Beſchleunigung der Wärme ſey alſo hier beträchtlicher; nichts deſtoweniger gebe es doch jeden Tag eine ſolche Beſchleunigung und die Wärme würde mit der Zeit zu einer außerordentlichen Heftigkeit kommen, wenn dieſem Zuwachſe nicht durch die Regenzeit, durch ſtarke Winde, und durch andere Urſachen Grenzen geſetzt würden.

Auch müſſe man in Erwägung ziehen, daß die Erde unter dem Aequator eine Erhöhung von 10000 Toiſen habe, und folglich müſſe der Boden in dieſem Theile der Erde, wenn alle übrige Umſtände gleich ſind, ſeine innere Wärme mehr erhalten, als an andern Orten.

Die Beſchleunigung der durch die Sonnenſtrahlen hervorgebrachten Wärme ſey alſo, in Anſehung der Wärme, die man an der Oberfläche der Erde wahrnehme, weit wirkſamer, als irgend eine andere Urſache. Zu Torneo z. B. fallen die Strahlen der Sonne zur Zeit der Sommerſonnenwende, oder nach derſelben, eben ſo ſchief auf den Boden, als bey unſerer Breite um die Zeit der Nachtgleichen, eine große Zahl derſelben muß ſich alſo in der Atmoſphäre verlieren und ſie müſſen den Boden in einer ſehr

ſchrägen Richtung berühren; ſie werden folglich nicht mit der Kraft an die Körper anprallen, welche ſich dann äußert, wenn die Strahlen eine mehr perpendikulare Richtung haben. Indeſſen bringen ſie doch denſelben Grad von Wärme hervor, welchen ſie im heißen Erdſtriche verurſachen, und dieſer Erfolg kann alſo nur durch ihre fortdauernde Wirkung veranlaßt werden. Die Sonne bleibt faſt immer über dem Horizonte, und die Wärme, die ſie der Erde an jedem Tage mittheilt, verliert ſich daher nie, ſie häuft ſich an, und ſo ſchwach ſie auch an jedem einzelnen Tage zu ſeyn ſcheint, ſo ſteigt ſie doch in einem Zeitraume zu demſelben Grade, der in den heißeſten Klimaten ſtatt findet.

Allein von der Zeit an, da ſich die Sonne von der Seite des Aequators, oder gegen den entgegengeſetzten Wendekreis zurückzieht, fangen die Nächte an länger zu werden; die Wärme vermindert ſich allmählig und die Kälte nimmt bis zu einem hohen Grade zu.

Ob alſo gleich noch de la Metherie der Wirkung der Sonnenſtrahlen das meiſte zuſchreibt, ſo glaubt er doch auch, daß die innere Wärme des Erdkörpers einen Einfluß auf die äußere Temperatur habe.

Hieraus ſucht nun de la Metherie alle Erſcheinungen, welche die äußere Temperatur des Erdkörpers zeigt, auf folgende Art zu erklären:

1. Die Wärme, die im Innern der Erde, bey unſerer Breite, ſtatt findet, erleidet, wenigſtens in einer gewiſſen Tiefe von 24 Fuß, keine Veränderung, weil die Sonne der Erde ungefähr eben ſo viel Wärme wieder giebt, als ſie durch die Erkältung verliert. Indeſſen ſcheint es, daß das Wärmemaaß im heißen

Erdſtriche, bey derſelben Tiefe von 24 Fuß, Aenderungen zu erkennen giebt, welche anzeigen, daß hier eine Zunahme der Wärme ſtatt findet, indeß bey der nämlichen Tiefe im kalten Erdſtriche die mittlere Temperatur vermindert iſt. Bey größern Tiefen werde aber wahrſcheinlich bey allen Breiten die innere Temperatur die nämliche ſeyn; denn im Innern der Erde müſſe die Wärme ſich ins Gleichgewicht zu ſetzen ſuchen, wie ſie das in allen Körpern thue; die Gegenden unter der Linie würden alſo ihre Wärme ohne Unterlaß den Lagen mittheilen, welche ſich näher an den Polen befänden, und eine ſolche Mittheilung müſſe immer vor ſich gehen, ſo daß die innern Lagen des Erdkörpers in großer Tiefe faſt die nämliche Temperatur haben würden. Wenn dieß nicht der Fall wäre, ſo würden auch die innern Lagen, welche ſich bey unſerer Breite finden, nicht immer eine und dieſelbe Temperatur haben.

2. Man müſſe in der That auf die Erdlagen, die unter dem Meere ſind, und die nicht die nämliche Temperatur haben, Rückſicht nehmen. Die mittlere Temperatur der Waſſermaſſe, welche das Meer ausmache, könne mit Wahrſcheinlichkeit ungefähr auf 6° geſchätzt werden; der Boden, auf dem dieſelbe ruhe, müſſe ihr alſo ununterbrochen etwas Wärme mittheilen, und ſeine eigene Wärme müſſe folglich abnehmen. Der Meeresgrund werde daher kälter ſeyn, als der Theil des feſten Landes, der ſich im heißen Erdſtriche und in den gemäßigten Zonen befinde, aber wärmer, als das feſte Land, das die Polarzonen ausmache; und da es Theile des Meeres gebe, die ſehr tief, vielleicht eine franzöſiſche Meile tief ſind, ſo könne ſich die Temperatur unter allen äußern Lagen

des Erdkörpers vielleicht nur in einer Tiefe von 2 bis 3 franzöſiſchen Meilen ins Gleichgewicht ſetzen.

3. Auf hohen Bergen ſey die Kälte immer größer, als in ebenen Gegenden, weil ſich a. die Wärme in den letztern weniger zerſtreue; weil b. die Lichtſtrahlen hier mehr beyſammen blieben und weniger davon verloren gehe, indeß ſie auf dem Gipfel des Berges ſich aus einander begeben, und weil c. die Atmoſphäre in einer Ebene dichter ſey, als auf Bergen; aus dieſem Grunde verlören die Berge täglich etwas von ihrer Wärme; denn

4. die Kälte ſcheine auf hohen Bergen täglich zuzunehmen; die Eislagen auf den Schweizer Gebirgen würden immer größer.

5. Die mit Waldungen bedeckten, von großen Flüſſen und ſtehenden Gewäſſern durchſchnittenen, oder mit Moräſten und Sümpfen reichlich verſehenen Länder ſind kälter, als andere Länder bey derſelben Breite; aus dieſer Urſache ſey das nördliche Amerika weit kälter, als das länger bekannte feſte Land, das mit jenem eine und dieſelbe Breite habe; die weit beträchtlichere Verdunſtung, die in Amerika ſtatt habe, ſey hieran vorzüglich Schuld. Die Gegenden aber, die mit Sande bedeckt ſind, wohin mehrere Ebenen in Afrika, einige großene Plätze in Aſien u. ſ. w. gehörten, zeichneten ſich durch ihre Hitze weit mehr, als andere Länder, aus. Rom, und der ganze Theil von Italien, der dieſe Stadt umgebe, ſey ſonſt kälter geweſen, als er jetzt ſey, weil ſonſt viele Waldungen daſelbſt geweſen wären.

Ueberhaupt behauptet aber de la Metherie, daß der Erdkörper viel von ſeiner urſprünglichen Wärme

me verloren habe; auch ſtimmten alle Geologen in dieſer Rückſicht mit einander überein.

Die Erde ſtrebe, wie alle andere Körper, deren Wärme nicht durch eine andere wirkſame Urſache erneuert werde, ſich ununterbrochen abzukühlen. Wir kennten aber keine dem Erdkörper eigene Urſache, welche den erlittenen Verluſt wieder erſetzen könnte; die unteridiſchen Feuer brächten in dieſem Betrachte ſo wenig Wirkung hervor, daß die äußere Temperatur der Berge, die innerhalb brennten, kaum merklich erhöht ſey.

Man könne auch nicht leicht eine große Maſſe Feuer im Mittelpunkte der Erde annehmen, wenigſtens gebe es keine einzige Thatſache, durch welche eine ſolche Hypotheſe beſtätigt werden könnte. Es ſey alſo einzig und allein die durch die Sonne mitgetheilte Wärme, welche der gänzlichen Erkältung der Erde Grenzen ſetze. Hierauf führt de la Metherie verſchiedene Thatſachen an, woraus er folgende Reſultate herleiten zu können glaubt.

1. Der Erdkörper müſſe ununterbrochen kälter werden.

2. Der Erdkörper beſitze die Geſtalt, die er jetzt habe, ſchon ſeit einer Reihe von Jahrhunderten, die wir weder beſtimmt noch muthmaßlich angeben könnten; allein dieſe Dauer müſſe gewiß weit beträchtlicher ſeyn, als wir glauben könnten. Nähme man nur den Zeitpunkt von der Entſtehung der Staaten an; wie viele tauſende von Jahrhunderten müßten nicht vor demſelben vorhergegangen ſeyn, damit ſich eine ſo große Menge von verſteinertem Holze, von Muſchelſchalen, und von Thieren, als damals ſchon da gewe-

geweſen, hätte erzeugen, und damit alle Lagen von der zweyten Entſtehung hätten hervorgebracht werden können? Und wie viel tauſende von Jahrhunderten möchten wohl von der erſten Kryſtalliſation des Erdkörpers an bis zur Entſtehung der organiſirten Weſen vergangen ſeyn? Wir könnten über dieſe Dauer nichts beſtimmtes ſagen, weil es uns hierzu gänzlich an Angaben mangele; aber das könnten wir behaupten, daß vor unſerer Periode eine ſo große Reihe von Jahrhunderten vorhergegangen ſey, daß wir uns keine Vorſtellung davon machen können.

Wenn es nun wirklich Wahrheit wäre, daß der Erdkörper täglich von ſeiner Wärme verliere, dieſer Verluſt möge auch für ein Jahr, für ein Jahrhundert noch ſo klein angenommen werden, ſo könne man fragen, wie groß müſſe dieſer Verluſt in der zahlloſen Reihe von Jahrhunderten, die ſeit der Bildung des Erdkörpers verfloſſen, geweſen ſeyn, zumal da man vorausſetzen könne, daß dieſer Verluſt ehedem um ſo größer geweſen ſeyn müſſe, je größer die Wärme war, da dieſe durch die Wirkung der Sonnenſtrahlen um ſo weniger wieder erſetzt werden konnte?

Aus allen dieſem könnte man die Folge herleiten, daß die erſte Wärme des Erdkörpers, die Centralwärme deſſelben, in der Zeit, die gleich auf die Kryſtalliſation gefolgt ſey, weit größer geweſen ſeyn müſſe, als die jetzige, und wenn man annehme, daß ſie die des ſiedenden Waſſers übertroffen habe, ſo werde man dieſe Schätzung nicht übertrieben finden. Er glaubt vielmehr, daß ſie bey weitem zu klein angenommen ſey; denn der Analogie zu Folge müſſe dieſe Wärme mehrere Grade über der des kochenden Waſſers geweſen ſeyn.

Ob aber die Wärme noch täglich mehr abneh- men werde, oder ob es einen Zeitpunkt gebe, nach deſſen Verlauf ſie nicht weiter abnehmen werde, oder ob es möglich ſey, daß eine Zeit kommen könne, zu welcher ſich die Wärme vermehre? davon wüßten wir nichts Beſtimmtes zu ſagen; indeſſen äußert er doch hierüber folgende Gedanken.

Die Gegenwart der Sonnenſtrahlen ſey eins von den Elementen der Wärme an der Oberfläche der Er- de, dieſe Strahlen ſeyen aber mehr oder weniger wirk- ſam, je mehr oder weniger nahe die Sonne der Er- de iſt.

1. Newton und andere Mathematiker nähmen an, daß ſich die Erde in einer Zeit von mehreren Jahr- hunderten der Sonne nähern könne; dieß wäre die erſte Urſache, welche die Wärme auf der Oberfläche der Erde vermehren könne.

2. Eine andere Urſache werde auf die Tempera- tur der Sommer und der Winter Einfluß haben. Die Zeit, wenn die Sonne am höchſten ſey, falle jetzt in den erſten Tagen des Julius, und die Zeit, wenn ſie der Erde am nächſten ſey, in den erſten Tagen des Januars, allein nach einer Periode von 40 bis 50000 Jahren werde ſie zur Zeit der Winterſonnenwende am höchſten ſtehen, und zur Zeit der Sommerſonnenwen- de der Erde am nächſten ſeyn. Der Sommer werde alſo in dieſer Periode, wenn alle übrige Umſtände gleich ſind, wärmer, und der Winter kälter ſeyn, als jetzt.

3. Ein anderer Umſtand, der auf die Wärme Einfluß habe, ſey die Beſchaffenheit der Oberfläche der Erde; der Erdboden, der feucht, oder mit Holz bewachſen, oder vom Meere, oder mit ſtehenden Gewäſ-

ſern

ſern bedeckt ſey, ſey überhaupt kälter, als ein kahler, aus Erde, Sand, Steinen u. ſ. w. gebildeter Boden; die Berge ſeyen kälter, als die Ebenen. Aber jetzt ſey die Oberfläche der Erde mehr angebauet; man ſey beſchäftigt, die Wälder zu lichten, die Sümpfe auszutrocknen, und dem Waſſer einen Ablauf zu verſchaffen; das Meer und die ſtehenden Gewäſſer nähmen ab, und die Berge würden von Tage zu Tage niedriger. Alle dieſe Urſachen müßten alſo die äußere Temperatur des Erdkörpers weniger kälter machen.

4. Auch die Dichtigkeit der Atmoſphäre ſey ein Element der Wärme an der Oberfläche der Erde; dieſe Atmoſphäre ſey aber jetzt weniger mit Dünſten beladen, als ehedem (weil ſich täglich die Menge des feuchten Bodens vermindere, und die Wälder, die Gewäſſer, die Seen täglich abnähmen) und ihre Dichtigkeit müſſe immer ſchwächer werden.

5. Dieſe Dichtigkeit des Dunſtkreiſes nehme auch noch aus einer andern Urſache, deren Wirkung mehr allgemein ſey, ab; denn mehrere Umſtände nöthigten uns, zu glauben, daß die Höhe der Atmoſphäre nach der Bildung des Erdkörpers weit beträchtlicher geweſen ſey, als jetzt, weil ſich eine große Menge Luft mit den Subſtanzen, die die neuen Erdlagen bildeten, vereinigt habe, und noch täglich zu vereinigen fortfahre.

Gegen des Herrn de la Metherie Hypotheſe von der Kryſtalliſation der Erde ſind aber in den neueſten Zeiten wichtige Zweifel erhoben worden, und überhaupt ſcheint ſeine Meynung von der täglichen Abnahme der Wärme unſers Erdkörpers auf keinen ganz richtigen phyſiſchen Gründen zu beruhen.

Mey-

Meynungen über die Entſtehung und Bildung der Erde.

Johann Heinrich Gottlob von Juſti [i]) leitet, wie Buffon, die Entſtehung der Erde von der Sonne ab, und iſt der Meynung, daß in dem Innern der Erde ein Centralfeuer ſich befinde, welches nach einer Reihe von 1000 Jahrhunderten die urſprünglichen Berge empor gehoben haben ſoll; die übrigen Berge aber ſeyen von abwechſelnden Ueberſchwemmungen entſtanden. Aus der veränderten Erdachſe ſucht er zu erklären, wie die Elephantenknochen in die nördlichen Gegenden gekommen ſind. Dieſe Hypotheſe hat aber Wiedeburg [k]) umſtändlich widerlegt; dagegen ſetzt er eine andere an deren Stelle [l]), und glaubt, daß unſere Erde, ſo wie alle Planeten, zuerſt ein Sonnenflecken, dann ein Komet geweſen ſey, den zuletzt der Schöpfer in die jetzige weniger eccentriſche Laufbahn verſetzt habe. In ihrer jetzigen Geſtalt ſey ſie in Rückſicht ihrer einzelnen Theile eine ungeheure, kugelhafte Maſſe aus feſten und flüſſigen Theilen, die vielleicht ehemals mit einander vermiſcht und verbunden geweſen, ſich aber nach den Geſetzen der Schwere und aus andern Urſachen geſchieden haben und noch täglich ſcheiden; ſich hingegen in einzelnen Theilen wiederum hin und wieder verbinden. Das Waſſer belebe den an und für ſich todten Erdklumpen, und bringe nebſt dem unterirdiſchen Feuer durch ſeine Bewegungen, Auflöſungen und neue Verbindun-

i) Geſchichte des Erdkörpers. Berlin 1771. 8.

k) Anwendung der Natur- und Größenlehre zur Rechtfertigung der heiligen Schrift. Nürnberg 1782. 8.

l) Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken, Kometen und die erſte Geſchichte der Erde. Gotha 1776. 8.

dungen die vorzüglichſten Veränderungen und Revolutionen hervor. Die verſchiedenen und faſt unzähligen Erdſchichten und Lagen in den Flötz- und Ganggebirgen könnten unmöglich als Wirkungen der nämlichen ſo genannten Sündfluth angenommen werden. So müßte die doch dazu bey weitem nicht lange genug gedauerte Ueberſchwemmung bis zu einer großen Tiefe die ganze Erdkruſte durchweicht und aufgelößt haben; die Präcipitate aber müßten durch unerforſchliche Gewalt auf erſtaunliche Strecken fortgeführt ſeyn, und allen Geſetzen der Präcipitation zuwider ſich geſetzt haben. Weder menſchliche noch göttliche Nachrichten aber erzählten uns von mehreren oder dergleichen allgemeinen Ueberſchwemmungen.

Lambert [m]) hat eine ſolche Entſtehungsart der Weltkörper aus folgenden Gründen zu widerlegen geſucht:

1. Die Erhaltung ganzer Weltkörper ſey wichtiger, als die von ſolchen Geſchöpfen, die ihr Geſchlecht fortpflanzen. Die Dauer von Welten meſſe ſich nach Myriaden von Jahrhunderten ab. Zu größern Abwechſelungen gehörten mehr Jahrhunderte, als bey Gewürmen einzelne Stunden.

2. Gegen die Muthmaßung, daß aus einem Kometen ein Mond werden könne, wendet Lambert ein: die Umſtände, die wir an der Bewegung der Monde, ſowohl unſerer Erde als der übrigen Planeten, wahrnehmen, wären von der Beſchaffenheit, daß ſie eine ſolche Vermuthung leicht unwahrſcheinlich machen müßten; nämlich, alle bewegten ſich um ihren Hauptplaneten von Abend gegen Morgen; hie-

zu

m) Kosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Augſp. 1761. 8. S. 9. ff.

zu aber würde erfordert, daß alle dieſe Monde an ihren Hauptplaneten von Einer Seite, nämlich entweder im Aufſteigen von der Sonne, oder im Abſteigen zu ihr, hangen geblieben wären. Es ſey aber unwahrſcheinlich, daß niemals und bey keinem einzigen Monde das Gegentheil ſollte zugetroffen haben, da doch das Eine eben ſo möglich geweſen wäre als das Andere.

3. Einer ſolchen Hypotheſe von eroberten Monden ſtehe theils die ſo geringe Neigung der Bahnen aller Satelliten gegen die Bahn des Hauptplaneten; theils aber die ſo gute Ordnung der Größe nach, welche unter den verſchiedenen Monden des nämlichen Planeten herrſche, im Wege. Die Eroberung ſey im Ganzen ſehr zufällig, und die ſich ergebenden Umſtände wären gleichwohl ſo geſetzmäßig.

Herr Wiedeburg n) antwortet aber auf dieſe Einwürfe folgender Maaßen:

1. Er gebe dieß alles zu; aber ſo läugne man doch überhaupt nicht die Endlichkeit der Dauer. Die Hypotheſe von jähen Auflöſungen komme auch in keine ſeiner Prämiſſen.

2. Es ſey a. nicht gleich möglich, daß der Mond im Abſteigen ſowohl als im Aufſteigen hangen bleibe, denn im Abſteigen werde ſeine Schwere gegen die Sonne, die die Wirkung dieſer Schwere gegen den Hauptplaneten immer unwirkſamer mache, immer größer. Möglicher ſey es daher, daß er im Abſteigen hangen bleibe, wo dieſe Schwere gegen die Sonne im Abnehmen ſey; und daher die Attraction des Pla-

n) Einleitung in die phyſiſch-mathematiſche Kosmologie. Gotha 1776. 8. S. 307. f.

Planeten deſto mehr vermöge. b. Daß der Kreislauf der Monde ſowohl als der Hauptplaneten gemeinſchaftlich von Abend gegen Morgen gerichtet ſey, müſſe eine gemeinſchaftliche Urſache haben. Er ſucht ſie darin, daß ſich die Sonne ſelbſt von Abend gegen Morgen um ihre Achſe dreht. Stürzt ſich die Maſſe des Sonnenfleckens zuerſt nach ſeiner Schwere in die Sonne, und iſt er mit derſelben bereits durch dieſe Bande verbunden, ſo giebt ihm nun auch ſchon dieſe Sonne, ehe er ſie berührt, die Flieh- und Schwungkraft nach der Richtung der Fliehkraft der Theile ihrer Oberfläche; d. i. von Abend gegen Morgen.

3. Unſere Berechnungen der Größe und Neigung der Planeten überhaupt ſeyen ſo gar genau und vollkommen noch nicht; die gemeinſchaftliche geringe Neigung der Bahnen der Monde müſſe eine Wirkung der auf ſie gemeinſchaftlich wirkenden Kraft ſeyn; und man müßte ſich vielmehr verwundern, wenn dieſe Neigungen verſchiedener wären; auch müßten die erwähnten gleichfalls zufälligen Eroberungen ebenfalls die angeführte Wahrnehmung noch wahrſcheinlicher machen. Hätte der entferntere Mond mehr Maſſe als der nähere, ſo ſey ſeine Kraft gegen die Sonne deſto größer, und der Planet könnte ihn nicht zu einem engern Kreis um ſie beſtimmen.

Herr de Lüc o) ſchränkte ſich anfänglich auf die neuere Geſchichte der Erde ein, und wagte es nicht, eine

o) Lettres phyſiques et morales ſur l'hiſtoire de la terre et de l'homme, addreſſées à la Reine de la Grande-Bretagne. à la Haye 1779. Tomes V. 8. mit einiger Abkürzung unter dem Titel überſetzt: Phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen. Leipz. 1781. II. Bände. 8.

eine phyſikaliſche Urſache anzugeben, durch welche die urſprünglichen Gebirge gebildet wären; nachher aber [p]) giebt er nähere Beſtimmungen über die Entſtehung der Erde an, welche vorzüglich eine größere Beleuchtung der Moſaiſchen Erzählung zum Zweck haben. Er nimmt an, daß erſt nach der Erſchaffung des Lichts chemiſche Operationen möglich geweſen wären, welche das große Ganze gebildet hätten, da vorher die primitive Materie aus bloß ſchweren Elementen ohne Zuſammenhang und Verwandtſchaft beſtand. Aus dem Lichte entſtand Feuer und flüſſiges Waſſer, und es erzeugte ein trübes, dickes Gemenge der Elemente, welches gleich im Anfange Umwälzung und ſphäroidiſche Geſtalt erhielt. Nachher wurden durch Verwandtſchaften Niederſchläge von feſten Theilen bewirkt, welche um die Erde eine dicke Rinde von Granit bildeten, wobey zugleich aus entwickelten expanſibeln Flüſſigkeiten der Luftkreis entſtand. Unter dem Granit blieb eine Schlammſchicht zurück, und in der Mitte ein Kern von ſtaubartigen Theilen. Neuere Niederſchläge bildeten nun über dem Granit Gneus, Gangſchiefer und Wacke. Alle dieſe Niederſchläge geſchahen unter dem Waſſer, welches ſich nach und nach durch die dicke Granitrinde in die Schlammſchicht und in die innere Staubmaſſe hineinzog. Hierdurch wurden Einſenkungen der verhärteten Maſſe bewirkt, die Ungleichheiten und Höhlen bildeten, deren Decke endlich in einem weiten Umfange einſtürzte, wodurch verurſacht wurde, daß das Waſſer eine Leitung dahin bekam

p) Geologiſche Briefe an Herrn Hofrath Blumenbach. aus dem Franz. überſetzt im Goth. Magazin B. VIII. St. 4. S. 1-41. B. IX. St. 1. S. 1-123. St. 4. S. 1-49.

kam, und daher mehr feſtes Land zum Vorſchein kam. Dieß iſt die erſte Entſtehung des Meeres und des feſten Landes, auf welchem ſogleich, wiewohl ohne Einwirkung der Sonne, die Vegetation begann. Durch die eingeſtürzten Stücke wurde unſer feſtes Land gebildet. Nun fing auch die Sonnenmaſſe ſich zu zerſetzen an, und in Vereinigung mit dem Lichte ſelbſt Licht auf die Erde zu ſenden, wodurch die Erde eine beſtändig verhältnißmäßige Wärme behielt. Hierauf wurden die Thiere im Meere geſchaffen, und durch neue Niederſchläge Schichten von Kalkſtein bewirkt, die ſich an die Granitſchichten anlegten und worin man die erſten Spuren von Seethieren antrifft. Nun erfolgte ein zweyter Einſturz unter dem Meere, deſſen Trümmer ſich an die Scheidewände ſchief anlehnten, wovon die unordentlichen Lagen der Geſteine unſerer jetzigen großen Gebirgsketten herrühren. Wahrſcheinlich wurden auch zu gleicher Zeit die bereits gebildeten Gangklüfte mit Erzen u. d. g. angefüllt. Andere Niederſchläge bildeten neue Schichten von Kalkſtein mit vielen Verſteinerungen vermengt, auch begannen die Sandſtein- und Salzſteinflöze, und die Vulkane nahmen ihren Anfang. Dieſer Zeitraum dauerte bis zu einer großen Revolution der Erde, welche durch innere Gährungen, Entzündungen, Dämpfe, und Ausbrüche von Vulkanen und gewaltſamen Erſchütterungen bewirkt wurde. Hierdurch wurde der Meeresboden dergeſtalt erhoben, daß das Meer ihn auf einmal verließ, und über die alten feſten Länder, welche nach de Lüc wegen der darunter befindlichen Wölbungen und außerordentlichen Höhlen eingeſtürzt waren, ſich ergoß. Dadurch kam nun der vorige Meeresgrund aufs Trockene, und bildete unſere jetzigen Länder; die ehemaligen Länder aber wurden von dem

jetzigen Weltmeere bedeckt. Das Alter des jetzigen feſten Landes ſetzt Herr de Lüc nicht über 4000 Jahre, er hält die Revolution, die es aufs Trockene brachte, für die Sündfluth, und zeigt, daß ſeine Hypotheſe mit der Erzählung Moſis und ſelbſt der Zeitrechnung übereinſtimme, wenn man die Schöpfungstage für Perioden von unbeſtimmter Dauer annimmt.

Pallas q) iſt der Meynung, daß die hohen uranfänglichen aus Granit beſtehenden Gebirgsketten beſtändig Inſeln auf der Oberfläche der Gewäſſer ausgemacht hätten, und daß in den Schichten, welche nach und nach ſich daran gelegt hätten, Vulkane und Kieſe erzeugt wären. Durch die Vulkane wurden die Schichten zerſtört, und ihre Materie geſchmolzen und verkalkt, wodurch die erſten Kalk- und Schiefergebirge entſtanden, in welchen die Klüfte und Riſſe zugleich mit Erzen ausgefüllt wurden. Eben dadurch wurden auch die im Meergrunde liegenden Schaalthiere zerſtört, und Bodenſätze von verſchiedener Art veranlaßt. Hierauf wurden die Gewäſſer durch eine gewaltſame Revolution, welche nach ihm aus den häufigen Vulkanen im indiſchen und ſtillen Meere herkam, gegen die zuſammenhangenden Bergketten von Europa und Aſien getrieben, welches die ſüdwärts gelegenen Länder zerſtörte, über die niedrigſten Theile der Bergketten gieng, und Theile von Pflanzen und Thieren mit ſich in die nördlichen Gegenden führte, wo das Waſſer wieder in neue Schlünde ablief.

Alles

q) Obſervations ſur la formation des montagnes et les changemens arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. überſ. in den Leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. II.

Alles dieß Angeführte ſucht er aus der Geſtalt der Meerbuſen, Spitzen des feſten Landes, aus der Lage der Gebirge und andern Umſtänden wahrſcheinlich zu machen.

Nach der Meynung des Herrn Gerhard [r]) ſchuf Gott bloß Kieſelerde, Waſſer und Feuer, woraus durch chemiſche Operationen die Salze und die übrigen Erden mit dem Schwefel, Kieſel, Thon und Oelen erzeugt wurden. Hierauf entſtanden innere Gährungen und Niederſchläge, wodurch alles in Schichten ſich ordnete, die nachher durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft wieder zerſtreuet wurden, woher Berge, Thäler u. d. g. entſtanden.

Der Freyherr von Gleichen, genannt Rußworm [s]), glaubt, daß die Erde anfänglich eine Waſſerkugel geweſen ſey, welche zuerſt Fiſche hervorgebracht habe. Nachdem dieſe in Fäulniß übergegangen wären, ſey Erde entſtanden, welche ſich geſetzt, und den feſten Körper zu bilden angefangen habe. Nach erfolgter Gährung ſeyen Hitze, Aufblähungen und Erhöhungen erfolgt; die Bewegung des Waſſers habe aus dem Schlamme Schalen hervorgebracht, aus welchen nachher Kalk entſtanden ſey. Zuletzt ſey die Erde aus dem Waſſer hervorgekommen und der Sonne ausgeſetzt worden. Die Waſſermenge werde immer geringer, die Wärme nehme aber immer zu, ſo daß zuletzt die Erde im Feuer zergehen werde.

Auch

r) Verſuch einer Geſchichte des Mineralreichs. Berlin 1781. 8.

s) Von Entſtehung, Bildung, Umbildung und Beſtimmung des Erdkörpers. Nürnberg 1782. 8.

Auch Wallerius t) nimmt an, daß die Erde anfänglich Waſſer geweſen ſey, aus welchem alle übrige feſte Körper, Gerinnungen und Concretionen entſtanden wären.

Herr Silberſchlag u) gründet ſeine Hypotheſe von der Entſtehung der Erde ganz auf die von Moſe erzählte Geſchichte der Schöpfung. Gott ſetzte nämlich bey Erſchaffung der Welten das Chaos an diejenige Stelle, die es haben ſollte. Am erſten Tage entzündeten ſich die Sonnen, und es begann die Umwälzung um die Axen; am zweyten Tage gieng die Abſonderung der Luft vor ſich, das Waſſer blieb auf der Oberfläche zurück, und im Innern nahm die Verſteinerung zu. Nun öffnete ſich das Innerſte plötzlich, es brach ein heftiges Feuer hervor, welches im Innern ungeheure Höhlungen bewirkte, und die Erde an dem einen Orte mehr als an dem andern emporhob; hierdurch entſtanden Inſeln, Berge und anderes feſtes Land; das Meer aber verlief ſich größtentheils in die gebildeten Höhlungen. Ferner wurden durch die Wirkungen dieſes Feuers Felſen in die Höhe gebracht, und durch die Hervorbringung des Feuers Granit, Sand, Quarz u. d. g. umhergeworfen. Noch weiter bewirkte dieſes Feuer Klüfte, Gänge, große Höhlen, welche über einander ſich befanden. Aus dieſen Klüften und Höhlen ſucht er nun, wie bey der

t) Phyſiſch-chemiſche Betrachtungen über den Urſprung der Welt, beſonders der Erdwelt und ihren Veränderungen, a. d. Latein. Erfurt 1783. 8.

u) Geogenie oder Erklärung der moſaiſchen Erſchaffung nach phyſikaliſchen und mathemat. Grundſätzen. Berlin. 1. u. 2. Theil 1780. 3. Theil 1783. 4.

der Wirkung eines Heronbrunnens, die von dem darin befindlichen Waſſer hervorkommende Sündfluth begreiflich zu machen. Die Schalthiere, welche man in den Schichten der Erde findet, ſollen nach ihm vorher in den Seen der unterirdiſchen Höhlen gelebt haben, und durch den Ausbruch des Waſſers bey der Sündfluth mit in die Höhe auf die Erdfläche gekommen ſeyn. Die Knochen der Elephanten und der Büffel, welche durch die Verweſung ſpecifiſch leichter als das Waſſer waren, ſchwammen auf ſelbigem, wurden durch die Wellen und durch den Wind allenthalben herum getrieben, und zuletzt nach dem Abfluſſe des Meeres hie und da in Schlamm und Sand begraben.

Franklin x) war der Meynung, daß unſere Erde im Innerſten aus einem weit dichtern Fluidum beſtehe, als alle unſere bekannten feſten Körper, auf welchem alſo der feſte Theil gleichſam wie auf einer Schale ſchwimme. Wenn ſich nun in der Erde Luft (nach dem Mariotte'ſchen Geſetze) verdichtet befände, ſo würde auch ſchon in einer Tiefe von 11 deutſchen Meilen das Gold auf ihr ſchwimmen. Nähme man nun an, daß alle Materie wie ein Dampf in dem Raume verbreitet geweſen ſey, und die Schwere habe zu wirken angefangen, ſo muß auch eine nach dem Mittelpunkte zu immer dichtere Luftkugel entſtanden ſeyn, worin ſich die übrigen entſtandenen Körper, ein jeder in einer beſtimmten Weite vom Mittelpunkte, ſetzten, und dadurch eine Rinde bildeten. Die Rinde ſey die Erdrinde, über welcher nur noch unſere jetzige

x) Tranſact. of the american philoſophical ſociety, held at Philadelphia. Vol. III. 1793. 4. num. I. Auch im European Magazine Aug. 1793. p. 137. ſqq.

ge Atmoſphäre ſich befinde. Die erſte erfolgte Bewegung konnte einen Wirbel, und dadurch Umwälzung um die Achſe hervorbringen. Wenn nun einmal die Achſe der Umdrehung verändert wurde, ſo mußte auch das inwendige Fluidum ſeine Figur ändern, wodurch es die Rinde der Erde zerbrechen konnte u. ſ. f. Durch ſtarke Expanſionen von Dämpfen konnten auch vermöge des daher entſtandenen Drucks auf das Fluidum unter der Rinde wellenförmige Bewegungen entſtehen, welche ſich auf eine ſehr große Weite erſtreckten, und alles Land über ihr in Erſchütterung ſetzten. Auch erhielt die Erde durch die Menge von Eiſen, die ſie enthielt, die Fähigkeit, magnetiſch zu werden; ſelbſt das Metall habe ſeinen Magnetismus, und vielleicht ſey es dieſer, welcher die Erdachſe immer mit ſich parallel erhalte.

Kant[y]) ſtellte ſich unſere Erde anfänglich in Luftgeſtalt vor. War nämlich der Urſtoff in dunſtförmiger Geſtalt verbreitet, ſo mußten, als durch Kräfte chemiſcher Anziehungen jene Körper aus dem flüſſigen Zuſtande in den feſten übergiengen, ſogleich auch große Luftentwickelungen in ihrem Innern vorgehen, welche durch die zugleich frey gewordene Wärme bis zum höchſten Grade der Elaſticität ausgedehnt, und durch die Vermiſchung unter einander in noch größere Bewegung verſetzt, bald die feſten Körper durchbrachen, die Materie in großer Menge als Gebirge aufwarfen, ſich ſelbſt unter einander zerſetzten und niederſchlugen, bis die mit ſich ſelbſt ins Gleichgewicht gekommene Luft von ſelbſt ſich erhob, ein Theil derſelben aber als Waſſer niederfiel, das vermöge ſeiner Schwere ſich bald in den Crater jener allgemeinen Eruption

y) Berliner Monatsſchrift 1785. Th. 1. S. 210. f.

Eruption ergoß, jetzt aber durch das Innere der Erde ſich ſelbſt ſeinen Weg brach, ſo allmählig durch ſeinen Lauf die regelmäßige Geſtalt der Gebirge bildete, und durch fortgeſetzte Anſpielungen im Lauf der Jahrhunderte jene regelmäßige Schichten kalkartiger, verglaſter oder verſteinerter vegetabiliſcher und thieriſcher Körper im Innern der Berge zu Stande brachte, zuletzt aber aus immer höhern Becken endlich in das tiefſte von allen, das Meer, ſich zurückzog.

Herr Whitehurſt [z]) iſt der Meynung, daß unſere Erde anfänglich aus Waſſer beſtanden habe, das aber die fein zertheilten Stoffe aller Körper enthalten hätte. Wegen der geringen ſpecifiſchen Schwere hätten ſich daraus Luft und Waſſer zuerſt entwickelt; die feſten Theile ſanken aber nach und nach auf eine ungleichförmige Weiſe wegen der ungleichen Wirkung der Sonne und des Mondes, oder wegen der Ebbe und Fluth, welche auch die erſten Inſeln bildete. Allein die dadurch entſtandenen Ungleichheiten konnten nicht über 50 Fuß hoch geweſen ſeyn. Nachher gieng in den innern dichtern Theilen der Erde eine Entwickelung des Feuers vor ſich, welches die Erdſchichten ungemein ausdehnte, den Meergrund emporhob, und endlich ſo durchbrach, daß zwiſchen dem Feuerheerde und dem Waſſer eine Gemeinſchaft eröffnet wurde. Hierdurch mußten natürlich die Exploſionen ungemein heftig werden, die dadurch in die Höhe getriebenen Trümmer thürmten ſich über einander, und erzeugten unſere hohen Berge. In den Tiefen aber entſtanden daher außerordentlich große Schlünde, in welche ſich das

z) Inquiry into the original ſtate and form of the Earth. Lond. 1778. 1786. 4. überſ. mit Zuſätz. und Anmerkungen. Leipzig 1788. 8.

das Waſſer ergoß, und auf dieſe Weiſe entſtand aus dem Meeresgrunde unſer trockenes Land. Dieſe Revolution, welche Whitehurſt für die Sündfluth hält, verurſachte übrigens wichtige Veränderungen in der Temperatur der Luft.

D. Hutton [a]) nimmt an, daß die Erdſchichten und Felſen unſers jetzigen Landes durch Niederſchlag aus dem alten Meere und aus losgeriſſenen Trümmern des alten feſten Landes gebildet wären. Das unterirdiſche Feuer ſoll nämlich die unter dem alten Meere noch befindlichen Maſſen bis zum Schmelzen erhitzt haben, welches ihre lockere Subſtanz verdichtete und ihre Zwiſchenräume anfüllte, und dieſe Maſſen wurden nachher durch das Feuer auf dem Waſſer bis zur Höhe unſeres jetzigen Landes erhoben. Dieſe Wirkungen ſollen fortdauern, ähnliche Revolutionen, und auf dieſe Weiſe eine Geſtalt der Erde nach der andern hervorzubringen.

Nach de la Metherie [b]) ſind alle Körper, aus welchen unſere Erde beſteht, aus verſchiedenen Elementen, dem Feuer, dem Lichte, dem Waſſer, der elektriſchen Flüſſigkeit, der magnetiſchen Materie, dem Lichtſtoffe zuſammengeſetzt. Dieſe feinen Stoffe ſind aus den anfänglichen Theilen der Materie gebildet, und alle dieſe Elemente ſind mit einer mehr oder weniger ſtarken Kraft begabt, vermöge welcher ſie ſich einander nähern, ſich unter einander vereinigen und ſich kryſtalliſiren. Die Erdkugel iſt das Reſultat aller

a) Theorie der Erde; aus den Tranſact. of the royal Society of Edinb. Tom. I. P. I. p. 209. ſq. überſ. in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. Th. IV. St. 6. S. 225. u. f.

b) Theorie der Erde. a. d. Franz. II Theile. Leipz. 1797. 8.

ler dieſer einzelnen Kryſtalliſationen geweſen. Er nimmt nämlich an, daß alle Materie, welche unſere Erdkugel ausmacht, im Anfange flüſſig geweſen ſey, und die kugelförmige Geſtalt der ganzen Maſſe, welche der Lehre der Centralkräfte vollkommen gemäß iſt, beweiſe offenbar dieſe ehemalige Flüſſigkeit. Dieſer flüſſige Zuſtand war wäſſerig, d. h. er war durch das Waſſer und nicht durch das Feuer hervorgebracht; die ſchwerſten Theile haben ſich gegen den Mittelpunkt der Erde begeben, und unter einander vereinigt, die leichteſten hingegen ſind nach der Oberfläche hingetrieben worden. Alle dieſe Subſtanzen haben ſich im Waſſer ſelbſt, welches alſo die höchſten Berge bedeckte, kryſtalliſirt; das Waſſer hat ſich zurückgezogen; das feſte Land iſt zum Vorſchein gekommen; dieſer feſte Boden war nur aus urſprünglichen Erdlagen zuſammengeſetzt; die Pflanzen und Thiere, welche auf dem feſten Lande leben, ſind hervorgebracht; die Gewäſſer haben hierauf die Erdlagen, welche von ſpäterer Entſtehung ſind, gebildet, und die Trümmer und Ueberreſte der Pflanzen und Thiere haben ſich mit dieſer Erde vermiſcht, und in derſelben angehäuft; das Waſſer hat ſich wieder zurückgezogen, und die Erdlagen von der zweyten und dritten Entſtehung frey und unbedeckt zurückgelaſſen. Alles dieß ſeyen gewiſſe und unwiderſprechliche Thatſachen. Uebrigens nimmt er noch eine beſondere Kryſtalliſation einer jeden mineralogiſchen Subſtanz an; die Kryſtalliſation der einfachen Steine, welche nur aus Einer Erde und Einer Säure beſtehen; die Kryſtalliſation der Steine, welche aus mehreren Erden, und die Kryſtalliſation der zuſammengeſetzten Steine, welche aus mehreren andern Steinen gebildet ſind; die Kryſtalliſation der metalliſchen, vererzten oder nicht vererzten Subſtan-

zen,

zen, und endlich die Kryſtalliſation der erdharzigen Subſtanzen.

Verſchiedene von dieſen Hypotheſen finden ſich beſonders beym Sullivan[c]) beurtheilt. Er ſagt, alle Kosmogonien und Geogonien haben den Endzweck, das Daſeyn der Erde entweder ohne alle Wunder, oder doch nur durch das einzige Wunder, wodurch das, was nicht war, zur Wirklichkeit kam, zu erklären. Regelmäßigkeit und Ordnung als Werk eines Zufalls anzunehmen, iſt mit der Denkart des menſchlichen Verſtandes viel weniger als alle Wunder zu vereinigen. Setzt man aber das Daſeyn Gottes voraus, ſo mag man entweder eine ewige formloſe Materie annehmen, oder Materie und Form mit der Welt zugleich entſtehen laſſen, der Anfang der wirklichen Dinge und ihrer Formen iſt immer ein Wunder, beſtändig Wirkung einer außerordentlichen Kraft, und es iſt für uns gleich möglich und gleich unbegreiflich, der Schöpfer mag entweder in die Materie allein Kräfte und Geſetze gelegt, oder zugleich mit denſelben die erſten Formen der Körper durch ſeine Allmacht hervorgebracht haben. Es giebt daher gar keine objektiven Gründe für eine Theorie der Schöpfung, und wir ſollten ſtatt aller Kosmogonien und Geogonien uns ganz allein darauf einſchränken, die Urſachen der auf einander folgenden Veränderungen der ſchon geformten Natur zu entdecken. Alles aber, was ſich über ſolche Veränderungen der Erde ſagen läßt,

c) A view of Nature, in lettres to a traveller among the Alps &c. Lond. 1794. VI. Voll. 8. Ueberſicht der Natur in Briefen an einen Reiſenden a. d. Engl. mit Anmerk. und Zuſätzen von D. Hebenſtreit. Leipzig 1795. 8. 6–12. Brief.

läßt, beruht auf folgenden wenigen Bruchſtücken: ob bey der Schöpfung unſere Erde ſogleich die Kugelgeſtalt erhalten habe, iſt ungewiß; die ſphäroidiſche Geſtalt aber (wider la Place's Meynung) hat ſie durch Umdrehung um ihre Achſe erhalten. Die Entſtehung einiger Körper, z. B. des Granits, ſind wir nicht vermögend zu beſtimmen; der Granit ſcheint ſchon vorhanden geweſen zu ſeyn, ehe noch das Waſſer und das Feuer die Erdfläche veränderten; wahrſcheinlich beſtehen aus ihm die älteſten Berge, und er macht, ſo weit die Naturforſchungen reichen, die innerſte und tiefſte Grundlage der Erdrinde aus. Ein ſehr großer Theil unſers jetzigen feſten Landes war ehedem Meergrund, und ſcheint es eine ſehr geraume Zeit geweſen zu ſeyn; jedoch muß an vielen Orten, wo jetzt feſtes Land iſt und ſonſt Meergrund war, in noch frühern Zeiten ſchon einmal feſtes Land geweſen ſeyn. Viele Landthiere, Fiſche, Pflanzen, Conchylien, welche jetzt ihre Wohnungen nur im heißen Erdſtriche haben, müſſen vor Zeiten auch in den Gegenden gegen den Nordpol zu gelebt haben. Die Gipfel der höchſten Berge, die wir kennen, ſcheint das Waſſer niemals bedeckt zu haben. Auch Erdbeben und Vulkane müſſen eine große Veranlaſſung zur Veränderung der Erdfläche gegeben, und an verſchiedenen Orten mögen alte, jetzt erloſchene Vulkane gebrannt haben, deren Zeitalter uns ganz unbekannt iſt.

Nach-

Nachtrag
zu
Cohäſion und Zuſammenhang.

(Oben S. 364.)

Herr Carradori [a]) bemerkt, daß Guyton-Morveau eine Reihe von Verſuchen unter die Wirkung der Adhäſion begriffen habe, welche ſich aber keinesweges durch die Adhäſion erklären laſſen. Die Adhäſion zeige ſich vorzüglich ſchön in den Verſuchen mit öligten Flüſſigkeiten, welche ſich auf der Oberfläche des Waſſers ausbreiten, und welche, wie er glaubt, noch Niemand einer genauern Betrachtung gewürdigt habe. Nach ſeiner Meynung iſt die Erſcheinung, wo ſich das Queckſilber mit den Oberflächen der Metalle vereinigt, noch keine Adhäſion, weil das Queckſilber vermögend iſt, ſie, wie das Waſſer die Salze, anzugreifen und aufzulöſen. Aus dieſem Grunde, ſagt er, ſind Guyton-Morveau's Verſuche mit dieſen Subſtanzen untauglich, die Kraft der Adhäſion und ihre Grade zu zeigen. Die Flächen-

a) Annali di chimica e ſtoria naturale overo raccolta di memorie ſulle ſcience arti e manufatturo ad eſſe relative, del *Brugnatelli*. T. XVII. Pavia 1798. p. 104-113. überſ. in Voigt's Magazin B. II. St. 1. S. 87.

chenanziehung ſey bis jetzt noch ſehr ſchlecht bearbeitet worden. Er hat durch Thatſachen zu zeigen ſich bemüht, daß die wahre Adhäſion oder Flächenanziehung ihre Sättigungspunkte und Grade ſo gut habe, als die chemiſche Anziehung oder die Wahlverwandtſchaft. Nehmlich

1. Die öligten oder gummireſinöſen Flüſſigkeiten breiten ſich auf der Oberfläche des Waſſers mit der größten Geſchwindigkeit aus, und überziehen dieſelbe mit einem ſehr zarten Schleyer; ſie thun dieß ſelbſt dann, wenn ſie ſpecifiſch ſchwerer ſind als Waſſer. Auch feſte Subſtanzen, in welchen ein Oel, Harz oder Gummiharz in Menge enthalten iſt, breiten ſich, wenn ſie pulveriſirt ſind, und wenn auch ihr ſpecifiſches Gewicht das des Waſſers übertrifft, auf gleiche Weiſe auf demſelben aus.

Dieſe Körper adhäriren bloß dem Waſſer; ſie haben keine Cohäſion oder Aggregations- oder chemiſche Anziehung zu ihm; denn ſie löſen ſich nicht in demſelben auf, und vermiſchen ſich ſelbſt nur ſchwer damit.

2. Bloß das Waſſer giebt mit jenen Subſtanzen dieſe Phänomene. Er hatte Oel, Saft von der Wolfsmilch u. ſ. f. auf Wein, auf Eſſig u. ſ. w. gebracht; der Verſuch gelang aber nicht, noch weniger gelang er auf Weingeiſt.

Alſo bloß zwiſchen dem Waſſer und den öligen oder harzigen Subſtanzen jeder Art, ſie ſeyen feſt oder flüſſig, hat die Adhäſion oder Flächenanziehung ſtatt.

3. Hat eine von dieſen feſten oder flüſſigen Subſtanzen durch ihre Verbreitung eine beſtimmte Fläche des

des Waſſers, ohne einige Rückſicht auf die Menge oder Höhe der Säule der Flüſſigkeit, überzogen, ſo dehnt ſie ſich nicht weiter aus, ſondern bleibt, wenn ſie ſpecifiſch leichter als das Waſſer iſt, im Gefäße zu Boden.

Hieraus ſieht man, daß nach der Sättigung der Anziehung jener Waſſerfläche mit alle dem Oel oder Harz, was ſie aufzunehmen im Stande iſt, das Ueberflüſſige nicht ferner angezogen wird, ſondern ſeiner Schwere überlaſſen entweder auf der Flüſſigkeit ruhig zurückbleibt, oder, wenn es ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer iſt, in ihm zu Boden fällt.

4. Die Quantität der feſten oder flüſſigen Subſtanz, welche ſich auf dem Waſſer ausbreitet, und die Geſchwindigkeit, mit der es geſchieht, iſt beſtändig der Oberfläche des Waſſers, auf der ſie ſich verbreiten muß, proportional. So breitet ſich z. B. ein Tropfen Olivenöl auf dem Waſſer eines kleinen Gefäßes ſehr ſchwer und langſam aus, da hingegen, wenn der Verſuch in einer großen Kufe oder auf einem kleinen See angeſtellt wird, er ſich ſehr weit und mit einer erſtaunlichen Geſchwindigkeit verbreitet.

Stellt man dieſen Verſuch in einer Kufe oder in einem andern Behälter mit Waſſer, welches eine große Oberfläche hat, und ſtatt des Oels mit dem milchartigen Saft der Wolfsmilch an, ſo iſt es ſehr angenehm zu bemerken, wie, wenn man eine kleine Quantität deſſelben vorſichtig auf die Oberfläche des Waſſers bringt, ſie ſich über die ganze Fläche verbreitet, und dieſelbe mit einem ſehr feinen Schleyer überzieht; verfährt man hingegen hierbey auf eine ſtürmiſche Art, ſo ſchlägt ſich der größte Theil davon in Ge-

ſtalt zarter und ſchlangenförmiger Fäden zu Boden. Das nämliche erfolgt, wenn man, anſtatt die Stengel der Wolfsmilch außer dem Waſſer abzuſchneiden oder abzureißen und darauf das abgeſchnittene Ende an die Oberfläche des Waſſers zu bringen, dieſe Operation unter dem Waſſer verrichtet; dann ſchlägt ſich aller aus dem Stengel fließende Saft in Geſtalt feiner Fäden zu Boden, ohne ſich in dem Waſſer aufzulöſen, oder ſich auch nur damit zu vermiſchen.

5. Bringt man, nachdem man auf das Waſſer bereits einen kleinen Antheil irgend einer öligten Flüſſigkeit gebracht hat, hierauf etwas von einer andern auf daſſelbe, befindet ſich z. B. auf dem Waſſer eines kleinen Gefäßes bereits ein Tropfen Olivenöl, und bringt man jetzt einen Tropfen Wolfsmilch (oder auch einen kleinen Antheil Weitzenmehl oder Mehl von irgend einem andern Getreide) darauf, ſo bemerkt man, wie das Oel dem Wolfsmilchſaft Platz macht, welcher ſich jetzt ſtatt ſeiner auf dem Waſſer ausbreitet, um ihm zu adhäriren; das Oel aber, deſſen Verwandtſchaft jetzt zu dem Waſſer aufgehört hat, ſammlet ſich in kleine Kügelchen, und zieht ſich an die Wände des Gefäßes zurück.

Dieſer Verſuch beweißt alſo, daß die eine von dieſen beyden Flüſſigkeiten eine ſtärkere Anziehung zur Oberfläche des Waſſers habe als die andere, welche, durch jene vertrieben, jetzt bloß ihrer Aggregationskraft gehorchte.

Bringt man auf die Oberfläche des in einem Glaſe enthaltenen Waſſers einen Tropfen Olivenöl, ſo breitet er ſich ein wenig aus, und nimmt eine cirkelrunde Geſtalt an; bringt man hierauf etwas

Weit=

Weitzenmehl nach und nach auf dieſelbe, ſo wird man ſehen, wie ſich in dem Verhältniſſe, als ſich das Mehl ausbreitet, der Umfang des Oels verkleinert, und dieſes ſich in eine Blaſe zuſammenzieht, die die Geſtalt einer in Waſſer aufgehangenen Kugel zeigt. Die ſtärkere Verwandtſchaft des Mehls zu dem Waſſer nöthigte alſo auch hier das Oel, ihm die ganze Oberfläche des Waſſers abzutreten, welches in obiger Geſtalt auf derſelben zurückbleiben mußte, da es in ihr nicht zu Boden fallen konnte.

6. Es läßt ſich für die Adhäſion oder Flächenanziehung eine ähnliche Skale oder Tabelle verfertigen, als für die chemiſche Anziehung, nach welcher einige Subſtanzen, die ſich auf der Oberfläche des Waſſers verbreiten, ſtärker von ihm angezogen werden als andere, welche folglich von jenen, wenn ſie vorher derſelben adhärirten, aus der Stelle getrieben werden. Dieſe Tafel iſt zwar klein, aber nach Carradori's Verſicherung zuverläſſig. Fängt man von dem niedrigſten Grade der Flächenanziehung, welche die öligten Subſtanzen zu dem Waſſer haben, an, ſo iſt die Ordnung folgende:

Fixe oder fette Oele.

Mehl von Getreide oder Hülſenfrüchten.

Flüchtige Oele, oder milchartige Säfte der Pflanzen und vorzüglich der Wolfsmilch.

Man nehme ein Glas oder ein anderes Gefäß mit reinem Waſſer, und bringe auf dieſes etwas Olivenöl; dieß wird ſich auf der Oberfläche deſſelben zum zarteſten Schleyer ausdehnen. Hierauf werfe man einen kleinen Antheil Mehl von Weitzen oder

einem andern Getreide oder Hülſenfrucht darauf; man wird ſogleich das Oel ſich auf die Seite ziehen, und dem Mehl Platz machen ſehen, welches ſtatt ſeiner die Fläche des Waſſers mit einem zarten Häutchen überzieht. Bringt man jetzt, wenn das Gefäß nicht zu klein iſt, einen Tropfen flüchtiges Oel oder Wolfsmilch darauf, ſo wird ſich dieſer ausbreiten, und ſowohl das Oel als das Mehl aus ſeiner Stelle treiben; letzteres wird bisweilen hierdurch in einen ſo kleinen Raum gebracht, daß es im Gefäß zu Boden fällt, welches nicht geſchieht, wenn man zuvor Wolfsmilch auf das Waſſer gebracht hat, und dann Weitzenmehl darauf ſchüttet u. ſ. w. Auch hat es ihm geſchienen, daß der Grad der Adhäſion des Mehls nicht ſo verſchieden von dem der flüchtigen Oele oder des Safts der Wolfsmilch an dem Waſſer ſey, als es der der fixen Oele von dem des Wolfsmilchſafts iſt, indem alle milchartigen Säfte der Wolfsmilch und alle Mehlarten der Getreideſaamen und Hülſenfrüchte das Oel von der Oberfläche des Waſſers zurücktreiben, die genannten Mehle aber ſich etwas auf der Oberfläche des Waſſers ausbreiten, die der Wolfsmilchſaft vorher eingenommen hat; umgekehrt aber der Wolfsmilchſaft weit ſtärker und ſchneller auf der von dem Mehl eingenommenen Waſſerfläche ſich verbreitet.

Außer vielen Folgerungen, welche Carradori aus dieſen Thatſachen gezogen hat, bemerkt er vorzüglich, daß die Adhäſion nicht, wie Guyton-Morveau ſagt, die erſte Wirkung oder der erſte Moment der chemiſchen Affinität ſey. Es ſey irrig, daß die Affinität ein Grad der Adhäſion ſey, der fähig iſt, Auflöſungen hervorzubringen, und eben ſo unmöglich ſey es, die Verhältniſſe der Affinität, wie

Guy-

Guyton-Morveau meint, nach den Verhältniſſen der Adhäſion zu ſchätzen; denn die fetten oder fixen Oele hätten weder Cohäſion noch chemiſche Anziehung, oder Wahlverwandtſchaft, mit der Maſſe des Waſſers, und doch habe man geſehen, daß ſie ſich auf dem Waſſer mit einer unglaublichen Geſchwindigkeit ausbreiten.

Nachtrag
zu
Gleichgewicht und Bewegung tropfbar flüſſiger Körper.

(Oben S. 391.)

Nach Boyle hat man mehrere Arten von ſogenannten Aräometern angegeben, und Mittel gezeigt, ſie auf verſchiedene Art zu graduiren. Verſchiedene Arten von Salzwagen hat beſonders Leupold [b]) beſchrieben, deren Graduirung durch Verſuche geſchieht. Lambert [c]) hat aber die beſten Unterſuchungen darüber angeſtellt. Nach Beckmanns Urtheile läßt ſich jedoch dieſe Art von Salzwagen in der Natur nicht wohl brauchen, weil mehrentheils die Salzſoole mit fremdartigen Beſtandtheilen vermiſcht iſt. Beſſer ließen ſich ſolche Aräometer bey den Bierproben gebrauchen, wie ſie auch Faggot [d]) für das ſchwediſche Bier vorgeſchlagen hat.

Auch hat man die Aräometer dadurch zu graduiren vorgeſchlagen, daß man durch Verſuche zwey feſte

b) Theatr. ſtatic. univerſ. P. II. cap. 6.

c) Experiences ſur les poids du ſel et la gravité ſpecifique de ſaumures faites et analyſées p. M. *Lambert* in Hiſt. de l'Acad. de Pruſſe. an. 1762. T. 18. p. 27.

d) Schwed. Abhandl. überſ. von Käſtner. 1763. S. 49.

feſte Punkte beſtimme, und den Zwiſchenraum in gleiche Theile eintheile. Dergleichen hat Muſſchenbroek [e]) und Beaumé [f]) angegeben. Allein dieſer Vorſchlag beruht auf keinen richtigen Gründen.

Wenn man auf einer einzigen Senkwage alle Abtheilungen haben wollte, welche das ſpecifiſche Gewicht aller flüſſigen Materien bis auf Tauſendtheilchen anzeigen ſollte, ſo müßte die Röhre ſehr lang, und um deswillen ſehr unbequem ſeyn. Daher haben lieber die Herren Brander und Höſchel [g]) mehrere dergleichen Senkwagen verfertigt, wovon eine jede zu ſolchen flüſſigen Materien eingerichtet iſt, deren eigenthümliches Gewicht zwiſchen ein Paar Grenzen fällt. Gewöhnlich liefern dieſe beyden Herren ſechs Senkwagen, wovon die eine für ſolche flüſſige Materien beſtimmt iſt, deren ſpecifiſche Gewichte dem ſpecifiſchen Gewicht des Regenwaſſers ſehr nahe kommen, und zwiſchen den Grenzen 0,983 und 1,018 fallen. Zwey andere Senkwagen dienen für flüſſige Materien, die leichter als Waſſer ſind; die erſtere giebt das ſpecifiſche Gewicht $= 1$, und erſtreckt ſich bis zum ſpecifiſchen Gewichte $= 0{,}928\frac{4}{7}$; mit dieſem ſpecifiſchen Gewichte fängt die andere an, und geht bis zum ſpecifiſchen Gewichte $= 0{,}857\frac{1}{7}$. Noch ſind zwey andere für ſolche flüſſige Materien eingerichtet, welche ein größeres ſpecifiſches Gewicht als das Regenwaſſer haben. Die erſtere fängt mit dem eigenthümlichen Gewichte $= 1$ an, und geht bis zum Gewichte

e) Introduct. ad philoſ. natur. T. II. §. 1384.

f) Avant-Coureur 1768. n. 45. 50. 51. 52. 1769. n. 2.

g) Beſchreibung der neuen Spiegelquadranten nach Hadley's Theorie. Augsb. 1777.

te = 1,071$\frac{3}{7}$, hiemit geht die andere an, und erſtreckt ſich bis zum ſpecifiſchen Gewichte = 1,143. Die ſechſte Wage iſt beſonders zur Salzſoole eingerichtet. — Wenn auch die theoretiſchen Gründe hierbey ihre völlige Richtigkeit haben, ſo erfordern doch dieſe Aräometer in der Ausübung, wenn die Abtheilung auf der Röhre allemal genau das ſpecifiſche Gewicht in Vergleichung mit dem Regenwaſſer angeben ſoll, eine ſolche Einrichtung, daß ihre Röhren vollkommen cylindriſch ſind, welches aber bey Glas ſo vollkommen nicht zu erhalten iſt. Selbſt die verbeſſerte Einrichtung ſolcher Aräometer, wie ſie Herr Büſch [h]) angegeben hat, iſt Fehlern unterworfen.

Eine weit vorzüglichere Methode, die Aräometer durch Veränderung ihrer Gewichte zu graduiren, lehrt Briſſon [i]). Man ſetze das ſpecifiſche Gewicht einer flüſſigen Materie = γ, den geometriſchen Raum, um welchen ſich das Aräometer in ihr einſenkt, = v, und das Gewicht des Aräometers = p, ſo iſt es natürlich, daß das Gewicht p verändert werden müſſe, wenn das Aräometer im deſtillirten Waſſer eben ſo tief als in jeder andern flüſſigen Materie eingeſenkt werden ſoll. Man ſetze alſo das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = g, in welchem das Aräometer ebenfalls um den Raum v ſich einſenken ſoll, ſo hat man $\gamma : g = p : \frac{gp}{\gamma}$; und das Aräometer muß nun das Gewicht $\frac{gp}{\gamma}$ haben. Wäre die

h) Verſuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens. 2ter Theil. Hamb. 1791. 8. Hydroſtat. S. 49, u. f.

i) Dictionaire de phyſique; art. *Aréomètre.*

die flüſſige Materie ſpecifiſch leichter als das Waſſer, ſo muß auch $\frac{gp}{\gamma}$ größer als p ſeyn, und das Gewicht p muß um $\frac{gp}{\gamma} - p = \frac{(g - \gamma)\,p}{\gamma}$ vermehrt werden, wenn es ſich im Waſſer eben ſo tief als in der flüſſigen Materie einſenken ſoll. Nähme man nun das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 1000 an, und γ nach und nach 990, 980, 970, 960 u. ſ. f., ſo bekommt $\frac{(g - \gamma)\,p}{\gamma}$ nach und nach die Werthe $\frac{10}{990}$ p; $\frac{20}{980}$ p; $\frac{30}{980}$ p; $\frac{40}{980}$ p u. ſ. f. Um nun nach dieſen Gründen das Aräometer zu graduiren, wird auf folgende Art verfahren: man wägt das Aräometer genau ab, und taucht es in deſtillirtes Waſſer, bemerkt alsdann an der Röhre, wie tief das Aräometer ſich eingeſenkt hat; hierauf vermehrt man das anfängliche Gewicht des Aräometers durch hinzugegoſſenes Queckſilber um $\frac{10}{990} = \frac{1}{99}$, und bemerkt auch hier an der Röhre, wie tief es ſich eingeſenkt hat; das hinzugegoſſene Queckſilber nimmt man alsdann wieder weg, ſchüttet zu dem anfänglichen Gewicht des Aräometers $\frac{20}{980} = \frac{1}{49}$ deſſelben, von dem Queckſilber hinzu, und bemerkt wiederum, wie tief das Aräometer ſich eingeſenkt habe u. ſ. w. Setzt man nach und nach an die eingeſenkten Tiefen die Zahlen 990, 980, 970, 960 u. ſ. f. ſo iſt das Aräometer von 10 zu 10 Graden richtig eingetheilt. Wollte man die Eintheilung für jeden Grad haben, ſo könnte man nur, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, den Raum zwiſchen 10 und 10 in gleiche Theile theilen. Wären im Gegentheil die flüſſigen Ma-

Materien ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, ſo wird als: dann der Ausdruck $\frac{(g - \gamma)\, p}{\gamma}$ negativ, und das anfängliche Gewicht p müßte nun um $\frac{(\gamma - g)\, p}{\gamma}$ vermindert werden. Bliebe alſo g = 1000, und ſollte die Eintheilung wie vorhin von 10 zu 10 Grad geſchehen, ſo würde die Verminderung des Gewichts nach und nach $\frac{10}{1010}$, $\frac{20}{1020}$, $\frac{30}{1030}$ u. ſ. ſeyn. Zuletzt erhält das Aräometer ſein anfängliches Gewicht p wieder.

Da aber die Verfertigung ſolcher Aräometer ſehr mühſam iſt, ſo hat Herr Prof. Schmidt [k]) in Gießen eine andere Einrichtung angegeben, und zugleich erwieſen, daß die Aräometer mit Skalen denen mit veränderlichen Gewichten weit nachſtehen. Seine Vorſchriften ſind folgende: man verwandle den Raum des Aräometers nach dem bekannten Verhältniſſe der untern Gefäße zu dem Raum des Halſes, ſo weit nämlich die Ausdehnung der Skale reicht, in eine cylindriſche Röhre von der Weite des Halſes, trage die Länge dieſer Röhre auf eine gerade Linie (fig. 58.) von b nach a, und bemerke zugleich die Länge des Halſes bh. Auf die Endpunkte a und b dieſer Linie errichte man die ſenkrechten Linien dg und ef. Von a nach d trage man eine Linie von ſo vielen gleichen Theilen von willkührlicher Größe, als man ſich in dem Raume des ganzen Aräometers ent- hal-

k) Ueber die vortheilhafte Einrichtung eines Aräometers mit einer Skale, welches unmittelbar Prozente einer gemiſchten Flüſſigkeit angeben ſoll; in Gren's neues Journ. d. Phyſ. B. III. S. 117. f.

halten vorſtellt, z. B. 100, wenn die Skale hundert Theile, 1000, wenn ſie tauſend Theile des ganzen Raums angeben ſoll. Von dieſen gleichen Theilen trage man noch ſo viel auf ag, als in der Ausdehnung der Skale enthalten ſind. Durch alle Theilungspunkte der geraden Linie ag ziehe man mit ab parallele Linien, bis ſie die Linie ef ſchneiden. Bey d ſchreibe man nun 0, bey a 100, u. ſ. f. auf ag 110, 120, 130 u. f. Eben dieſe Zahlen ſchreibe man bey den der Linie ef zugehörigen Theilungspunkten. Hierauf lege man ein Lineal an d und die Theilungspunkte 110, 120, 130 u. ſ. f. der geraden Linie bf, und bemerke die Durchſchnittspunkte des Lineals mit der Linie ab, ſo geben dieſe die Grade der Skale des Aräometers bh an, welche den ſpecifiſchen Gewichten 110, 120, 130 u. f. zugehören. Hierauf zeigt Herr Schmidt durch Rechnung, daß, wenn man drey Aräometer verfertigen wollte, wovon die Skale des erſtern von 2,00 bis 1,50, des zweyten von 1,50 bis 1,00, und des dritten von 1,00 bis 0,70 gehe, der kleinſte Grad dieſer drey Aräometer $\frac{1}{4}$ Pariſ. Decimallinie, und der größte noch nicht zwey Linien betrage. Wollte man alſo bey gleicher Größe der Grade die Skale bis auf Tauſendtheile genau haben, und doch die Länge der Aräometer nicht vergrößern, ſo müßte man ſtatt drey, dreyßig ſolcher Aräometer verfertigen. Wenn man nun hiemit das von Herrn Schmidt verbeſſerte Fahrenheitſche, welches bald angegeben werden ſoll, vergleicht, ſo iſt klar, daß zwey ſolche Fahrenheitſche eben das und noch mit größerer Schärfe angeben, was 30 Aräometer mit Skalen von ungefähr gleichen Dimenſionen leiſten, ſo gemein auch dieſe Art von Aräometern noch iſt.

Fahrenheit hat mehrere Einrichtungen der Aräometer angegeben, wovon das gewöhnlichſte dieſes iſt, welches auch den Nahmen des Fahrenheitſchen allgemeinen Aräometers erhalten hat: an einer gläſernen Kugel (fig. 59.) b befindet ſich eine kleinere mit etwas Queckſilber oder Bleyſchrot beſchwerte Kugel, und oben eine ſehr dünne Röhre cd mit einer kleinen Schaale d, um kleine Gewichte hineinzulegen. Uebrigens iſt an der dünnen Röhre ein Zeichen e gemacht. Wird nun dieſes Werkzeug ſorgfältig gewogen, und das Gewicht = p gefunden, ſo taucht man es zuerſt in deſtillirtes Waſſer, und legt in die Schaale ſo viel Gewichte hinzu, bis es an das Zeichen e eingetaucht iſt; es wäre alſo das ganze Gewicht des Aräometers mit dem zugelegten = p + q, wenn das zugelegte mit q bezeichnet wird. Bringt man hierauf dieſes Werkzeug in eine andere flüſſige Materie, ſo nehme man an, man müſſe noch das Gewicht P in die Schaale legen, damit es bis an das Zeichen e einſinke; alsdann werden ſich die ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers und der andern flüſſigen Materie wie p + q : p + P verhalten. Wenn z. B. das Aräometer 500 Gran wiegt, und es müßten 56 Gran in die Schaale gelegt werden, damit es im Regenwaſſer bis e einſinke; in einer andern flüſſigen Materie aber müßten 90 Gran in die Schaale gelegt werden, ſo verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte beyder flüſſigen Materien wie 500 + 56 : 500 + 90 = 556 : 590 = 1 : 1,061. Leutmann[1]) hat dieſe Einrichtung bloß dahin abgeändert, daß die zugelegten Gewichte durch die Röhre cd, welche zu dieſer Abſicht hohl ſeyn muß, hineingeworfen werden.

Eine

1) Comment. Petropol. T. V. p 273.

Eine neuere Einrichtung des allgemeinen Aräometers iſt vom Herrn Prof. Schmidt in Gießen und Hofphyſikus Ciarcy [m]) in Darmſtadt angegeben. An dem hohlen birnförmigen gläſernen Gefäße (fig. 60.) a befindet ſich das maſſive Stück Glas d, woran das unterwärts birnförmige gläſerne Gefäß c geſchmolzen iſt. Oben an das Gefäß a iſt ein dünnes maſſives Stück Glas ef angebracht, welches am Ende f eine Schaale zur Einlegung der Gewichte trägt. Unten bey der Spitze b wird anfänglich durch ein Loch in das birnförmige Gefäß c ſo viel Queckſilber eingegoſſen, daß das ganze Inſtrument genau 800 halbe Gran köllniſches Markgewicht wiegt. Das größte Gewicht, welches dieſes Aräometer wiegen ſoll, iſt 400 halbe Gran. Wird nun dieſes Aräometer in deſtillirtes Waſſer gebracht, (die Temperatur iſt 15 Grad nach einem Queckſilberthermometer 80 grad. Eintheilung angenommen), ſo hat es dieſe Einrichtung, daß es ſich bis an ein in g gemachtes Merkmal einſenke, wenn auf die Schaale f noch 200 halbe Gran gelegt werden; folglich beträgt das geſammte Gewicht 800 + 200 = 1000 halbe Gran. Wenn man alſo dieſes Aräometer in eine andere flüſſige Materie bringt, ſo zeigt das hinzugelegte oder weggenommene Gewicht den Unterſchied des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſers und der andern flüſſigen Materie an. Addirt man demnach das zugelegte Gewicht oder ſubtrahirt das hinweggenommene von 1000, ſo giebt die Summe oder die Differenz das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie ſogleich an. Dieſes Aräo-

m) Beſchreibung eines ſehr bequem eingerichteten allgemeinen Aräometers in Grens Journal d. Phyſik. B. VII. S. 186. u. f.

Aräometer giebt das ſpecifiſche Gewicht 800 bis 1200, oder, wenn man das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 1 ſetzt, 0,8 bis 1,2 an; mithin kann es für alle Oele, geiſtige und flüſſige Materien, und viele Salzſolutionen dienen. Für ſchwerere Salzauflöſungen und Säuren verfertigt Herr Ciarcy nach eben den Grundſätzen ein anderes Aräometer, welches mit dem ſpecifiſchen Gewichte von 1200 an bis über 2000 hinausgeht. In Regenwaſſer bis g verſenkt treibt dieſes Aräometer 500 Gran Waſſer aus der Stelle. Nimmt man nun an, daß ein Rheinländ. Cubikzoll Waſſer bey 15 Grad Wärme nach dem 80 graduirten Queckſilberthermometer $502\frac{11}{16}$ Gran wiegt, ſo nimmt das von 500 Gran verdrängte Waſſer einen Raum von 0,9947 rheinländ. Cubikzoll ein. Folglich wird $\frac{1}{2}$ Gran, welcher auf die Schaale dieſes Inſtruments gelegt wird, noch $\frac{1}{1000}$ davon, oder 0,0009947 Cubikzoll mehr Waſſer aus der Stelle treiben. Da aber der Durchmeſſer des Halſes an dieſem Inſtrumente noch nicht $\frac{1}{20}$ Zoll, mithin der Flächeninhalt eines Querſchnitts deſſelben $\frac{1}{400}$ beträgt, ſo muß ſich dieſes Inſtrument um mehr als 400 . 0,0009947 = 0,3979 Zoll tiefer einſenken. Geſetzt auch, es würde dieſe Bewegung um die Hälfte vermindert, ſo bleibt doch immer die Größe, um welche es ſich, bey Beſchwerung eines halben Grans, tiefer einſenkt, noch etwas über 0,2 Zoll; mithin eine Bewegung, die ſehr gut wahrgenommen werden kann.

Herr Say n) hat eine ganz neue Einrichtung eines Aräometers erfunden, welche ſich durch die Art, wie

n) Annales de chimie. an V. n. 67. p. 1 — 27. in Gilberts Annalen der Phyſ. B. II. S. 230. f.

wie damit das ſpecifiſche Gewicht der Körper beſtimmt wird, von allen übrigen weſentlich unterſcheidet. Hiebey kommt der abzuwägende Körper mit keiner tropfbaren Flüſſigkeit in Berührung, welches bey allen übrigen Aräometern geſchehen muß, um dadurch das Gewicht eines mit dem Körper gleichen Volumens der Flüſſigkeit zu finden, und man erhält dadurch den Vortheil, viele Stoffe, die bey ſolchen Berührungen verändert werden würden, mit Leichtigkeit zu behandeln. Die Stelle einer ſolchen Flüſſigkeit vertritt hier die Luft, und das weſentliche dieſer Einrichtung beruht darauf, das Volumen eines Körpers mittelſt der Luftmaſſe, die er aus der Stelle druckt, zu meſſen.

Dieſes neue Aräometer beſteht aus einem weiten cylindriſchen Gefäße (fig. 61.) a, worauf ein Deckel aus Spiegelglas m genau paßt, und aus einer dünnen Röhre b, die man von ſo gleichem Durchmeſſer, wie nur immer möglich, ausſuchen muß. Der Rand des weitern Gefäßes iſt abgeſchliffen, damit es ſich durch den Deckel, wenn er dünn mit Fett überzogen wird, luftdicht verſchließen laſſe. Auf die Röhre iſt ihrer ganzen Länge nach eine doppelte Skale aufgeklebt. Die eine zeigt gleiche Abſchnitte der ganzen Röhre; die andere die durch Verſuche gefundene Capacität nach einem gewiſſen Maaße der Röhre bis zu jeder Höhe. Die letztere wäre überflüſſig, wenn man eine durchaus gleichförmige Röhre haben könnte.

Beym Gebrauche verſenkt man das Inſtrument bis auf beſtimmte Höhen dieſer Skalen in ein cylindriſches Gefäß, das unter einem kleinen Gerüſte ſteht, und mit Queckſilber gefüllt iſt. Das Inſtrument ſelbſt hängt an einer Schnur, welche über eine Rolle des Gerüſtes geſchlagen wird. Ehe man es mit

der Deckplatte m verſchließt, läßt man es bis zum Punkte c in das Queckſilber hinab, welches dann auch in der Röhre bis dahin ſteigt. Darauf deckt man das weitere Becken n n mit der Deckplatte m luftdicht zu, wo dann die darin eingeſchloſſene atmoſphäriſche Luft vom jedesmaligen Gewichte der Atmoſphäre zuſammen gedruckt wird. Dieſen Druck mißt die Barometerhöhe, welche durch α ausgedruckt seyn ſoll. Hierauf zieht man das Inſtrument an der Schnur bis zum Punkte e der Röhre in die Höhe. Da das Gefäß luftdicht verſchloſſen iſt, ſo ſinkt das Queckſilber in der Röhre nicht bis e, d. h. bis zur Fläche des übrigen Queckſilbers, hinab, ſondern nur bis d, und dieſe Queckſilberſäule de, welche durch die gleichtheilige Skale an der Röhre gemeſſen wird, giebt an, um wie viel die in dem Inſtrumente eingeſchloſſene verdünnte Luft ſchwächer als die atmoſphäriſche druckt. Die Luft im Innern des Inſtruments hat ſich um den Inhalt der Röhre von c bis d ausgedehnt: dieſer Raum cd, welcher γ bedeuten ſoll, wird durch die zweyte Skale gemeſſen.

Nach dem Mariotte'ſchen Geſetze verhält ſich aber das Volumen einer luftförmigen Flüſſigkeit verkehrt wie die Zuſammendruckung. Iſt alſo x das Volumen der Luft in der erſten Lage des Inſtruments, wo das Queckſilber bis c ſtand, ſo verhält ſich $x : x + \gamma = \alpha : \alpha - de$, oder, wenn $de = \beta$ geſetzt wird, wie $\alpha : \alpha - \beta$, mithin wäre $\gamma = \frac{\beta x}{\alpha - \beta}$, und $x = \frac{(\alpha - \beta)\gamma}{\beta}$.

Hat man nun auf dieſe Art das Volumen der Luft im Gefäße bey einer darin ſtehenden Einſetzſchale l gefun-

gefunden, ſo braucht man nur bey jeder Unterſuchung des ſpecifiſchen Gewichts eines Körpers den Körper in die Schale zu legen, das Inſtrument wieder in der erſten Lage, wo das Queckſilber bis c ſtand, luftdicht zu verſchließen, und wenn man es in die andere Lage gebracht hat, nach der angegebenen Formel den Inhalt an Luft, der in der erſten Lage im Gefäße war, zu berechnen. In dieſem Falle iſt das Volumen der Luft um das Volumen des hineingelegten Körpers in Vergleichung mit dem erſten Falle vermindert worden. Folglich iſt das Volumen des hineingelegten Körpers $= x - \frac{(\alpha' - \beta')\gamma'}{\beta'}$.

Es wird alſo mit dieſem Aräometer nur eine einzige Operation erfordert, um das Volumen des Körpers zu finden; doch findet ſich hiebey die Unbequemlichkeit, daß zur jedesmaligen Beſtimmung von α' ein Barometer in der Nähe ſeyn muß. Um β und γ in der Formel $x = \frac{(\alpha - \beta)\gamma}{\beta}$ mit Genauigkeit zu finden, wird es gut ſeyn, mehrere Beobachtungen in verſchiedenen Höhen zu machen, damit, wenn ſie verſchieden ausfallen, von allen das Mittel genommen werden kann.

Herr von Arnim o) hat gezeigt, wie dieſes Aräometer ohne Barometerbeobachtungen gebraucht werden könne. Der Inhalt des leeren Gefäßes ac, oder $x = \frac{(\alpha - \beta)\gamma}{\beta}$ iſt ein für allemal gefunden. In der Gleichung, durch welche das Volumen des einge-

geleg-

o) Gilbert's Annalen der Phyſik. Ebendaſ. S. 238. f.

gelegten Körpers beſtimmt wird, $= x - \frac{(\alpha' - \beta')\gamma'}{\beta'}$ bedeutet α' den Stand des Barometers zur Zeit der Beobachtung, und dieſer fehlt, wenn man nicht zugleich ein Barometer beobachtet. Um alſo die jedesmalige Barometerhöhe bloß mittelſt des Say'ſchen Aräometers zu beſtimmen, ſenkt man das Inſtrument nach der oben angeführten Art leer in das Queckſilbergefäß, und zieht es nach dem Verſchließen heraus. Steht jetzt das Queckſilber wieder an demſelben Punkte der Röhre bey d, wie bey den Verſuchen, wodurch der Inhalt des leeren Inſtruments bis d, d. h. x, ein für allemal beſtimmt wurde; ſo iſt der jetzige Barometerſtand α', mit dem bey jenen Verſuchen α, derſelbe, und alſo bekannt.

Geſetzt aber, der Queckſilberſtand in der Röhre ce weiche nach dem Herausziehen von jenem Stande um $\pm dd' = \pm \delta$ ab, und die dazu gehörige Vermehrung des Volumens der Luft ſey $= \mp \varepsilon$, ſo wird nach dem Mariotte'ſchen Geſetze ſich verhalten $x + \gamma : x + \gamma + \varepsilon = \alpha' - \beta + \delta : \alpha - \beta$. Daraus folgt $\alpha' = \frac{(x + \gamma)(\alpha - \beta)}{x + \gamma \mp \varepsilon} + \beta \mp \delta$, oder

$$\alpha' = \frac{\alpha(x + \gamma) \mp \beta\varepsilon}{x + \gamma \mp \varepsilon} \mp \delta$$

Dieſe Formel iſt zwar etwas zuſammengeſetzt, aber ſie erſpart die dazu nöthige, übrigens aber hinderliche, Verlängerung der Röhre ce, ſo wie die Fehler, die daraus entſpringen können. Außerdem aber, ſagt von Arnim, gebe ſie Mittel an die Hand, uns dieſes Inſtruments als eines Barometers zu bedienen, dem man bis auf 1 Linie ſo ziemlich trauen könne.

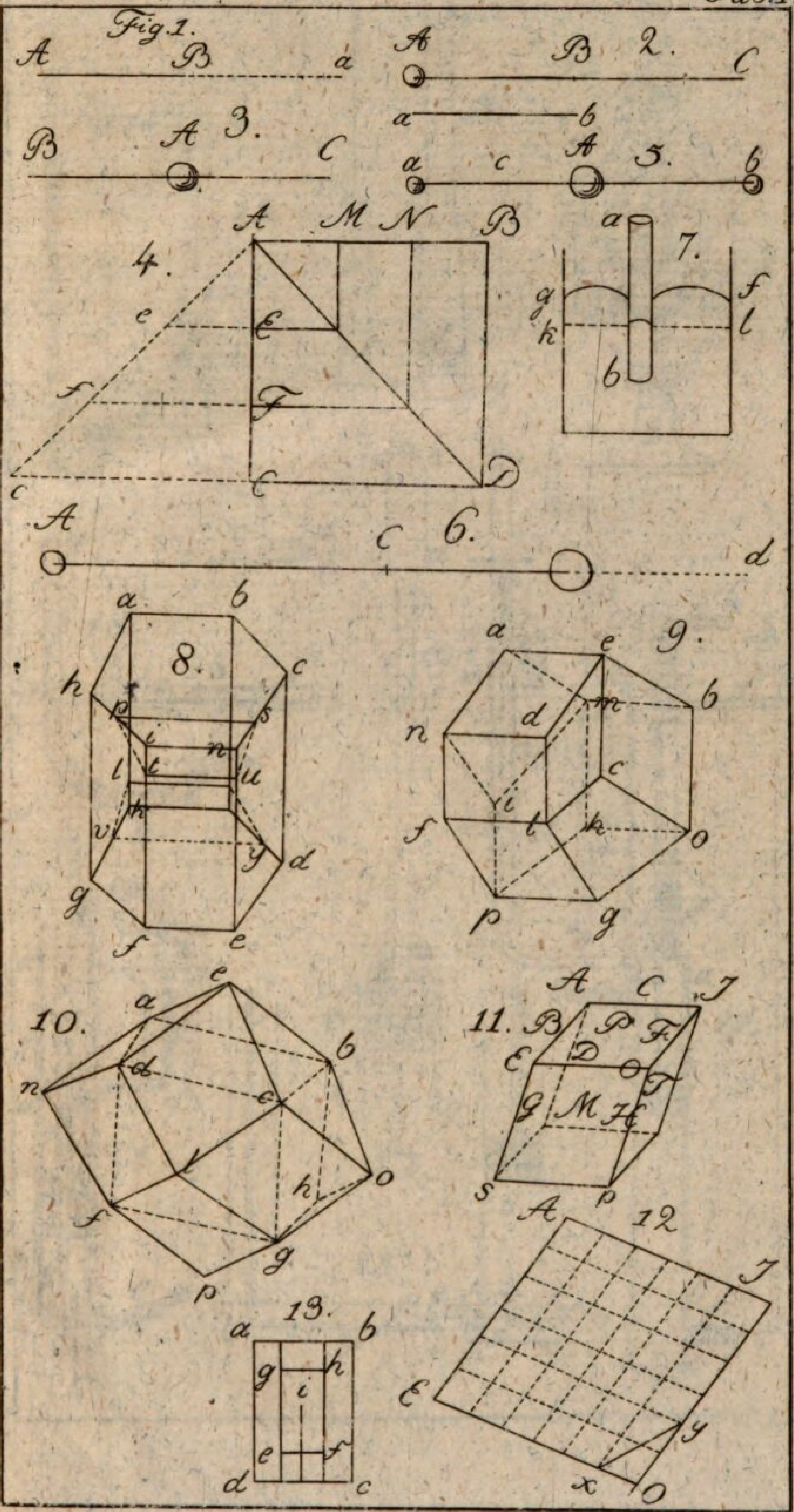


Fig. 1.
A B a
A B 2. C
a b
B A 3. C
a c A 5. b
A M N B
4.
e E
f F
c C D
a 7.
g f
k l
b
A C 6. d
a b
8.
c
h
p s
i n
l t u
h
v y d
g
f e
a e 9.
d m b
n
c
i
f l k o
p g
e
a
10.
b
n d
c
l
h o
f
g
p
A C J
11. B P F
E D O T
G M H
s p
A 12
J
E
y
x O
13.
a b
g h
i
e f
d c

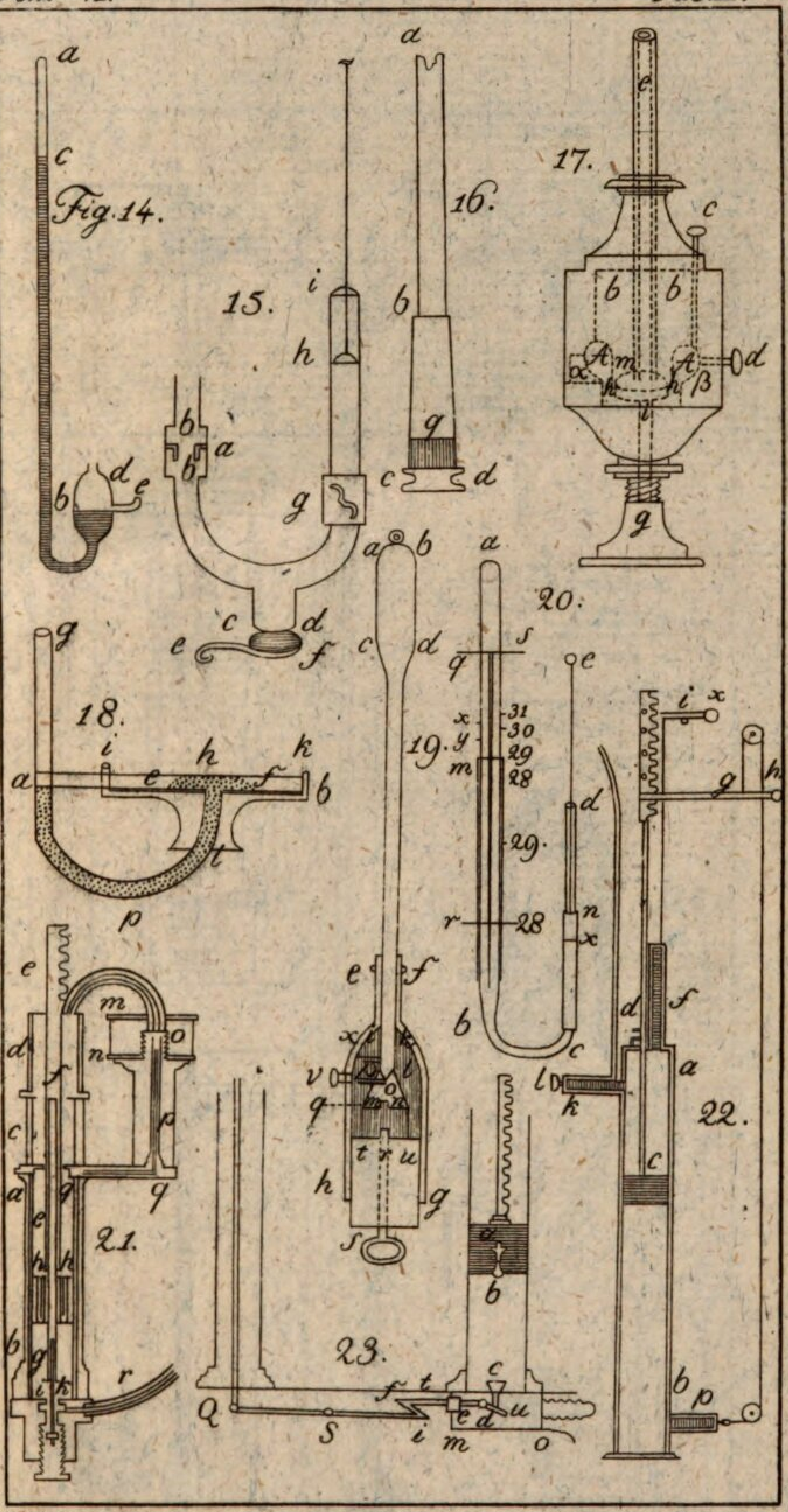


Fig. 14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.

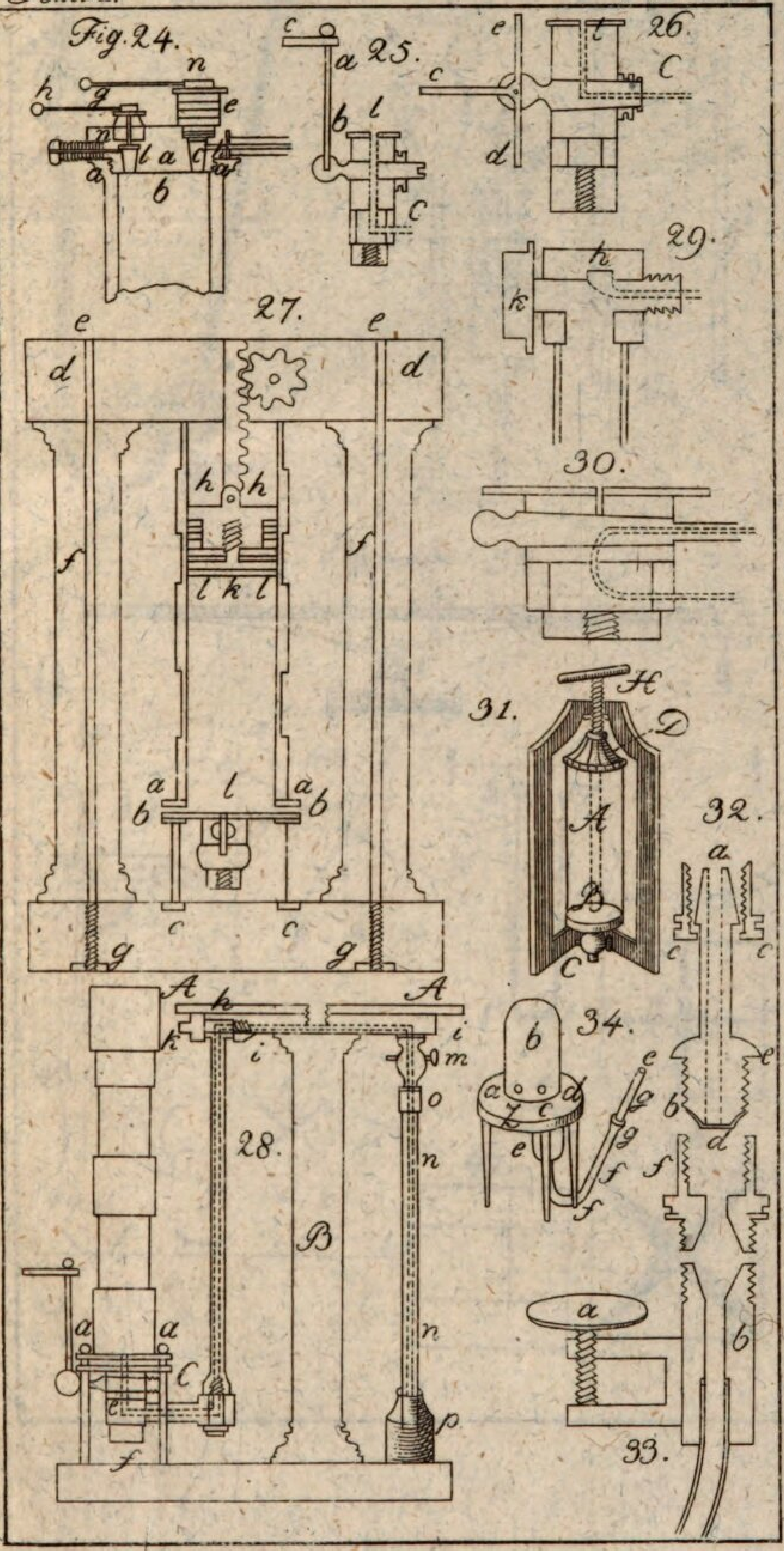
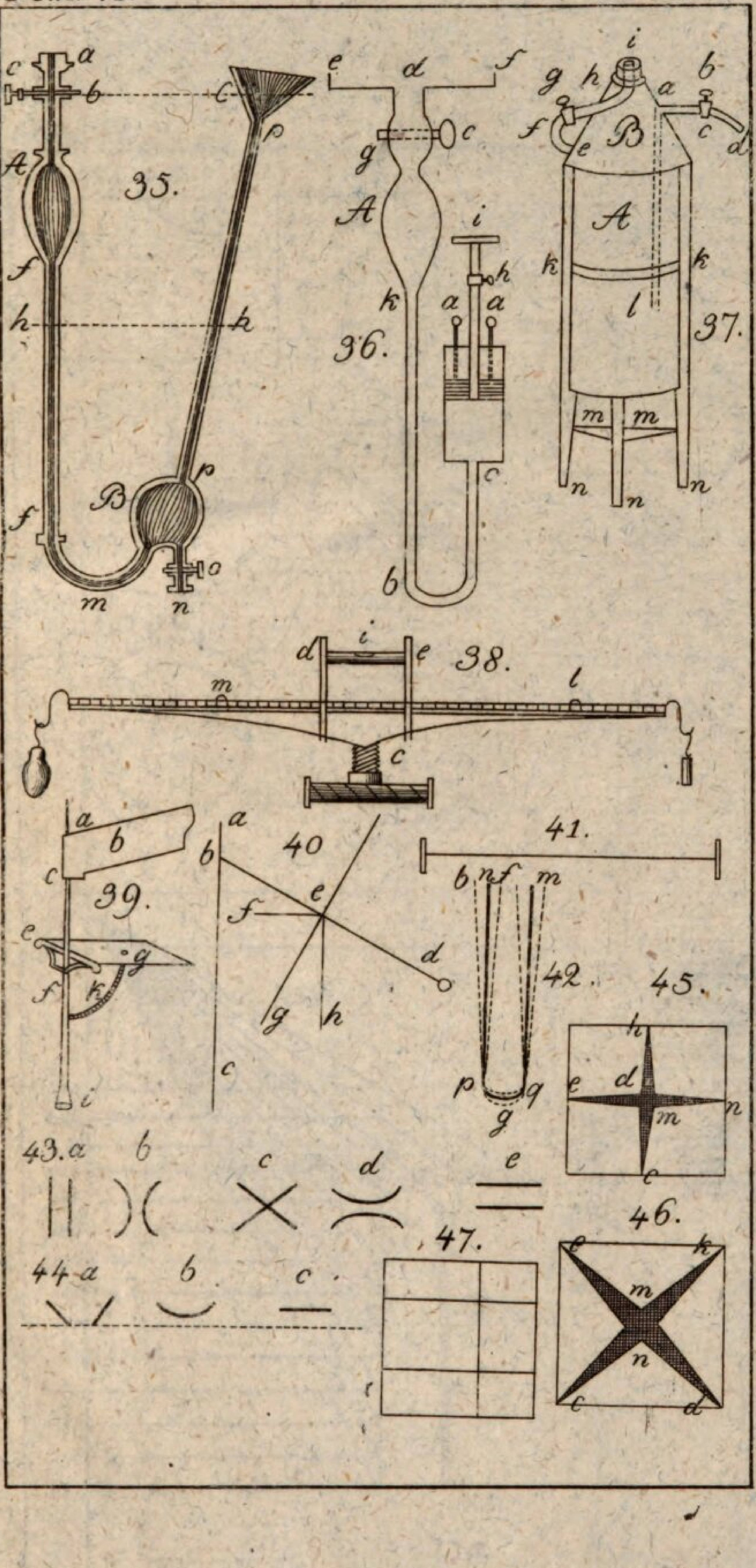


Fig. 24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.


35.
36.
37.
38.
39.
40
41.
42.
43. a b c d e
44 a b c
45.
46.
47.

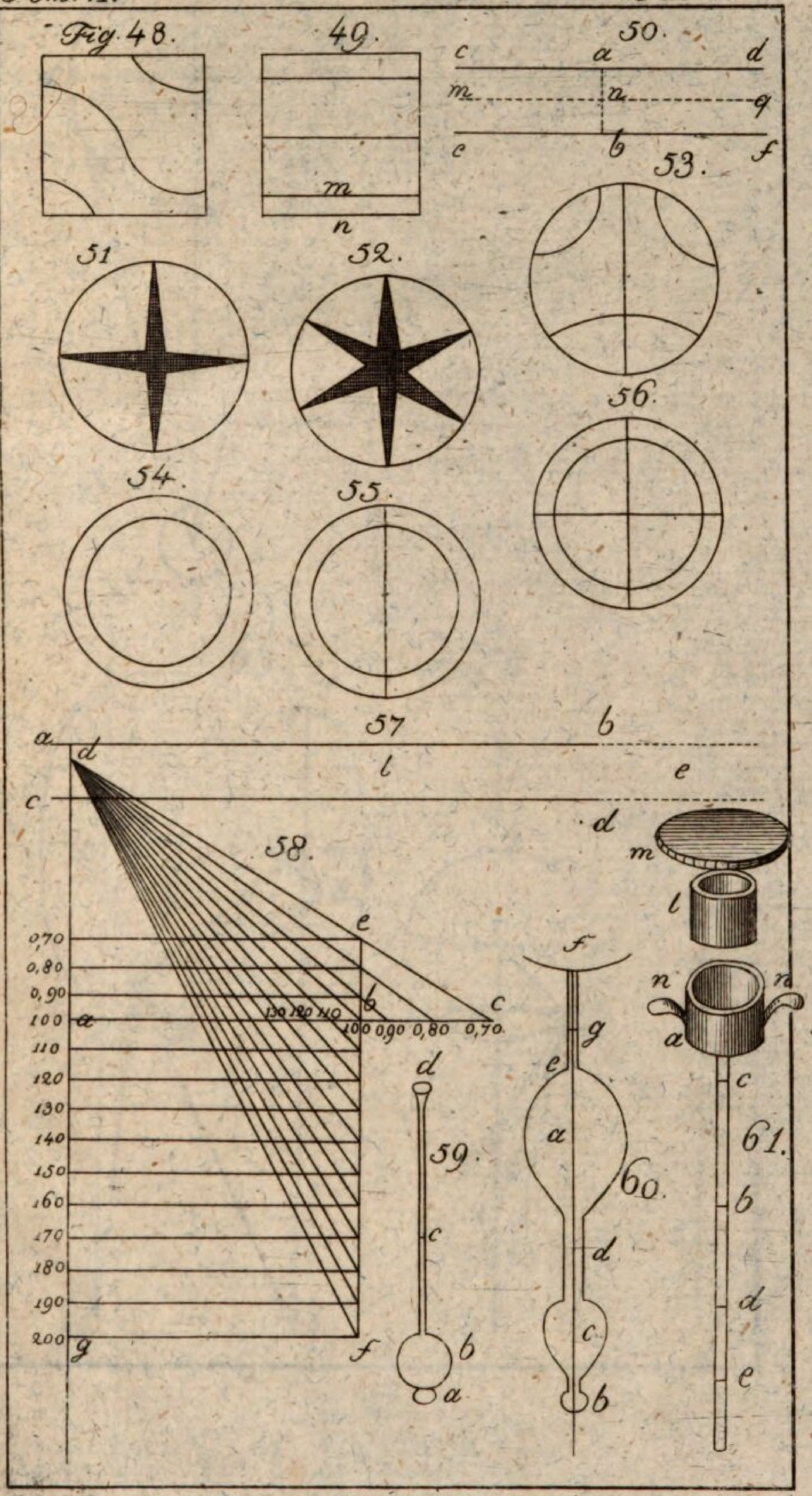
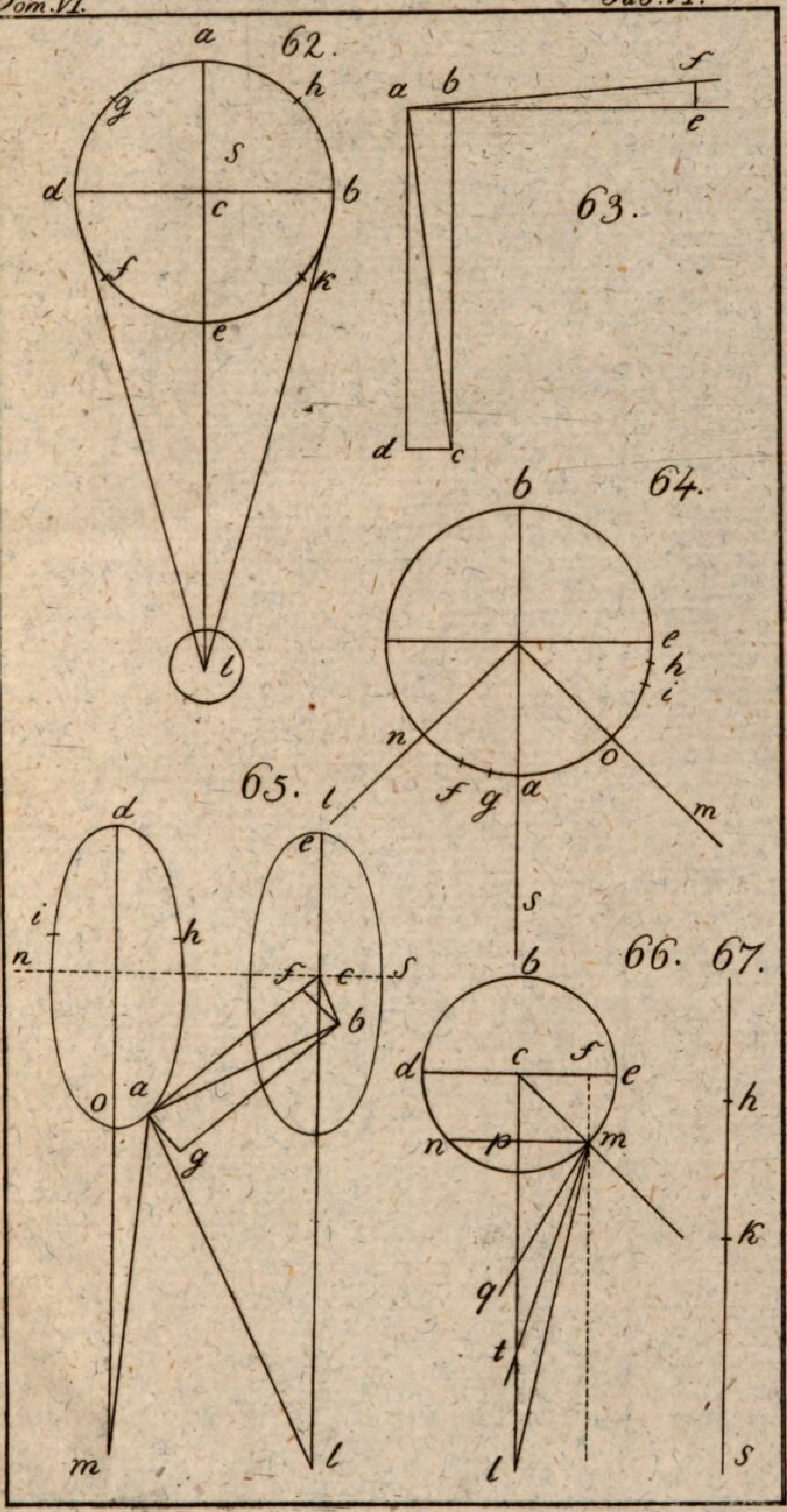


Fig. 48.
49.
50.
51
52.
53.
54.
55.
56.
57
58.
59.
60.
61.


62.
63.
64.
65.
66.
67.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl,

Geschichte der Physik seit der Wiederherstellung der Künste und Wissenschaften bis auf die neuesten Zeiten

Bd.: 6

Göttingen (1805)

Bibl.Mont. 17-6
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10710778-3
VD18 12058645-001